

## **Annexos: Índex**

<b>Annex A. Massa de la plataforma .....</b>	<b>63</b>
<b>Annex B. Anàlisi cinemàtica i dinàmica .....</b>	<b>64</b>
Annex B.1. Deducció del Jacobià.....	64
Annex B.2. Forces d'inèrcia de d'Alembert.....	66
Annex B.3. Equacions mitjançant el mètode de les potències virtuals .....	67
<b>Annex C. Anàlisi de les bigues del xassís .....</b>	<b>71</b>
<b>Annex D. Càlcul de les càrregues sobre els rodaments .....</b>	<b>74</b>
<b>Annex E. Diagrama d'esforços sobre l'eix de la roda .....</b>	<b>76</b>
<b>Annex F. Coeficients per al càlcul de fatiga .....</b>	<b>78</b>
<b>Annex G. Plànols.....</b>	<b>79</b>
<b>Annex H. Catàlegs de components comercials.....</b>	<b>93</b>



## Annex A. Massa de la plataforma

La massa de la plataforma inclou la massa del xassís i dels quatre conjunts roda. A més, se suma una massa de 500 kg que engloba la resta d'elements que hauria de tenir la plataforma, com són bateries, sistemes de control o sistemes elèctrics.

La massa de la roda omnidireccional de corrons a 45°, del servomotor i del reductor epicicloïdal s'obté de la informació facilitada pel fabricant. Mentre que la massa de la plataforma i de la resta del conjunt roda es determina a partir del volum obtingut al model 3D.

A la Taula A.1, es desglossa la massa del conjunt roda i la Taula A.2 es mostra la massa total de la plataforma.

Roda omnidireccional	65 kg
Servomotor	32 kg
Reductor epicicloïdal	36,4 kg
Resta del conjunt roda	80,2 kg
<b>Conjunt roda</b>	<b>213,6 kg</b>

Taula A.1. Massa del conjunt roda

1 Xassís	1361,3 kg
4 Conjunt roda	4 × 213,6 kg
Altres elements (Bateries, sistemes de control, ...)	500 kg
<b>Plataforma</b>	<b>2715,6 kg</b>

Taula A.2. Massa del conjunt roda

Com que la determinació de la massa de la plataforma és aproximada, es considerarà que la massa total de la plataforma és  $m_p = 2750 \text{ kg}$ .

## Annex B. Anàlisi cinemàtica i dinàmica

### Annex B.1. Deducció del Jacobià

Per a deduir l'expressió de la matriu de control de la plataforma omnidireccional, s'expressa la velocitat del centre d'una roda  $i$  en la direcció de l'eix del corró de contacte amb el terra en funció dels tres graus de llibertat del moviment de la plataforma ( $v_x$ ,  $v_y$ ,  $\dot{\psi}$ ). D'aquesta manera s'evita introduir a l'expressió la velocitat lliure del corró ( $w_i$ ) ja que és perpendicular.

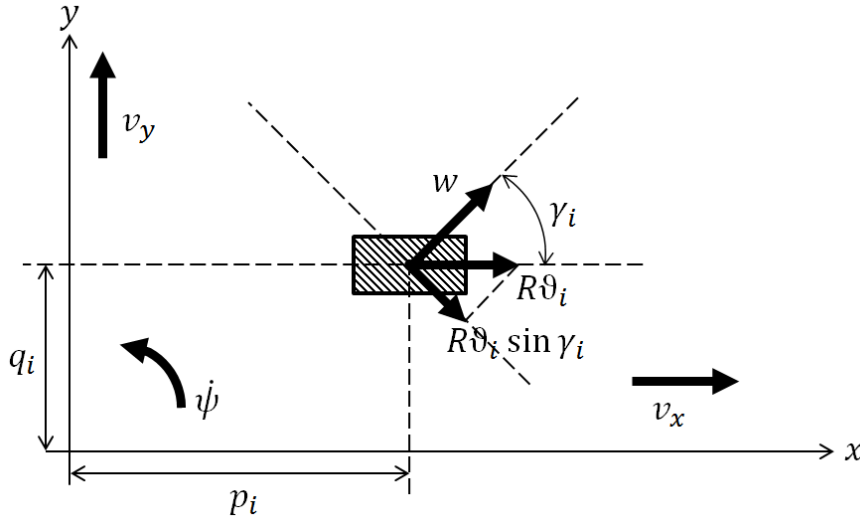


Figura B.1. Velocitats de la roda  $i$  i de la plataforma

A partir de les velocitats mostrades a la Figura B.1, es dedueix que

$$R\dot{\vartheta}_i \sin \gamma_i = v_x \sin \gamma_i - v_y \cos \gamma_i - p_i \dot{\psi} \cos \gamma_i - q_i \dot{\psi} \sin \gamma_i$$

Per tant,

$$\dot{\vartheta}_i = \frac{\sin \gamma_i}{R \sin \gamma_i} v_x + \frac{-\cos \gamma_i}{R \sin \gamma_i} v_y + \frac{-(p_i \dot{\psi} \cos \gamma_i + q_i \dot{\psi} \sin \gamma_i)}{R \sin \gamma_i} \dot{\psi} = A_i v_x + B_i v_y + C_i \dot{\psi}$$

On

$$A_i = \frac{\sin \gamma_i}{R \sin \gamma_i}$$

$$B_i = \frac{-\cos \gamma_i}{R \sin \gamma_i}$$

$$C_i = \frac{-(p_i \dot{\psi} \cos \gamma_i + q_i \dot{\psi} \sin \gamma_i)}{R \sin \gamma_i}$$

L'expressió de la matriu de control és

$$\{\dot{\vartheta}_i\} = \{A_i \quad B_i \quad C_i\} \begin{Bmatrix} v_x \\ v_y \\ \dot{\psi} \end{Bmatrix}$$

Tenint en compte que els valors  $\alpha_i$ ,  $p_i$  i  $q_i$  poden prendre valors positius o negatius segons la roda  $i$ , la matriu jacobiana queda

$$\begin{Bmatrix} \dot{\vartheta}_1 \\ \dot{\vartheta}_2 \\ \dot{\vartheta}_3 \\ \dot{\vartheta}_4 \end{Bmatrix} = \frac{1}{R} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -(p+q) \\ 1 & 1 & p+q \\ 1 & 1 & -(p+q) \\ 1 & -1 & p+q \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} v_x \\ v_y \\ \dot{\psi} \end{Bmatrix}$$

## Annex B.2. Forces d'inèrcia de d'Alembert

La velocitat del punt  $P$  de la plataforma és

$$\vec{v}(G_P) = \begin{Bmatrix} v_x \\ v_y \\ 0 \end{Bmatrix}$$

L'acceleració del punt  $P$  de la plataforma s'obté aplicant la derivació en base mòbil i és

$$\vec{a}(G_P) = \frac{dv}{dt} + \vec{\Omega}_{base} \wedge \vec{v}(G_P) = \begin{Bmatrix} \dot{v}_x \\ \dot{v}_y \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\psi} \end{Bmatrix} \wedge \begin{Bmatrix} v_x \\ v_y \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \dot{v}_x - v_y \dot{\psi} \\ \dot{v}_y + v_x \dot{\psi} \\ 0 \end{Bmatrix}$$

La velocitat i l'acceleració del punt  $C$  on es troba aplicada la càrrega descentrada de la plataforma es calculen aplicant composició de moviments

$$\begin{aligned} \vec{v}(G_C) &= \vec{v}(G_P) + \vec{\Omega}_{plat} \wedge \overrightarrow{PC} = \begin{Bmatrix} v_x \\ v_y \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\psi} \end{Bmatrix} \wedge \begin{Bmatrix} x_c \\ y_c \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \dot{v}_x - y_c \dot{\psi} \\ \dot{v}_y + x_c \dot{\psi} \\ 0 \end{Bmatrix} \\ \vec{a}(G_C) &= \vec{a}(G_P) + \vec{\Omega}_{plat} \wedge (\vec{\Omega}_{plat} \wedge \overrightarrow{PC}) + \dot{\vec{\Omega}}_{plat} \wedge \overrightarrow{PC} = \\ &= \begin{Bmatrix} \dot{v}_x - v_y \dot{\psi} \\ \dot{v}_y + v_x \dot{\psi} \\ 0 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\psi} \end{Bmatrix} \wedge \left( \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\psi} \end{Bmatrix} \wedge \begin{Bmatrix} x_c \\ y_c \\ 0 \end{Bmatrix} \right) + \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \ddot{\psi} \end{Bmatrix} \wedge \begin{Bmatrix} x_c \\ y_c \\ 0 \end{Bmatrix} \\ &= \begin{Bmatrix} \dot{v}_x - v_x \dot{\psi} - x_c \dot{\psi}^2 - y_c \ddot{\psi} \\ \dot{v}_y + v_x \dot{\psi} - y_c \dot{\psi}^2 + x_c \ddot{\psi} \\ 0 \end{Bmatrix} \end{aligned}$$

Les forces d'inèrcia de d'Alembert per als punts  $P$  i  $C$  de la plataforma són:

$$\vec{F}_i(G_P) = -m_p \vec{a}(G_P)$$

$$\vec{M}_i(G_P) = -\vec{J}(G_P) \quad \text{on} \quad \vec{J}(G_P) = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ I_{zz_p} \ddot{\psi} \end{Bmatrix}$$

$$\vec{F}_i(G_C) = -m_p \vec{a}(G_C)$$

$$\vec{M}_i(G_C) = -\vec{J}(G_C) \quad \text{on} \quad \vec{J}(G_C) = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ I_{zz_c} \ddot{\psi} \end{Bmatrix}$$

On  $I_{zz_p}$  és el moment d'inèrcia de la plataforma al punt  $P$  i  $I_{zz_c}$  és el moment d'inèrcia associat a la càrrega que transporta la plataforma i està referenciat respecte el punt  $P$ .

### Annex B.3. Equacions mitjançant el mètode de les potències virtuals

Per a cada moviment virtual compatible amb els enllaços es determina el valor de la velocitat angular virtual de les rodes  $\vartheta_i^*$ .

**Moviment virtual 1:**  $v_x^* \neq 0, v_y^* = 0, \dot{\psi}^* = 0$

$$\begin{Bmatrix} \dot{\vartheta}_1^* \\ \dot{\vartheta}_2^* \\ \dot{\vartheta}_3^* \\ \dot{\vartheta}_4^* \end{Bmatrix} = \frac{1}{R} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -(p+q) \\ 1 & 1 & p+q \\ 1 & 1 & -(p+q) \\ 1 & -1 & p+q \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} v_x^* \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \rightarrow \begin{cases} \dot{\vartheta}_1^* = \frac{v_x^*}{R} \\ \dot{\vartheta}_2^* = \frac{v_x^*}{R} \\ \dot{\vartheta}_3^* = \frac{v_x^*}{R} \\ \dot{\vartheta}_4^* = \frac{v_x^*}{R} \end{cases}$$

**Moviment virtual 2:**  $v_x^* = 0, v_y^* \neq 0, \dot{\psi}^* = 0$

$$\begin{Bmatrix} \dot{\vartheta}_1^* \\ \dot{\vartheta}_2^* \\ \dot{\vartheta}_3^* \\ \dot{\vartheta}_4^* \end{Bmatrix} = \frac{1}{R} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -(p+q) \\ 1 & 1 & p+q \\ 1 & 1 & -(p+q) \\ 1 & -1 & p+q \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ v_y^* \\ 0 \end{Bmatrix} \rightarrow \begin{cases} \dot{\vartheta}_1^* = -\frac{v_y^*}{R} \\ \dot{\vartheta}_2^* = \frac{v_y^*}{R} \\ \dot{\vartheta}_3^* = \frac{v_y^*}{R} \\ \dot{\vartheta}_4^* = -\frac{v_y^*}{R} \end{cases}$$

**Moviment virtual 3:**  $v_x^* = 0, v_y^* = 0, \dot{\psi}^* \neq 0$

$$\begin{Bmatrix} \dot{\vartheta}_1^* \\ \dot{\vartheta}_2^* \\ \dot{\vartheta}_3^* \\ \dot{\vartheta}_4^* \end{Bmatrix} = \frac{1}{R} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -(p+q) \\ 1 & 1 & p+q \\ 1 & 1 & -(p+q) \\ 1 & -1 & p+q \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\psi}^* \end{Bmatrix} \rightarrow \begin{cases} \dot{\vartheta}_1^* = \frac{-(p+q)}{R} \dot{\psi}^* \\ \dot{\vartheta}_2^* = \frac{p+q}{R} \dot{\psi}^* \\ \dot{\vartheta}_3^* = \frac{-(p+q)}{R} \dot{\psi}^* \\ \dot{\vartheta}_4^* = \frac{p+q}{R} \dot{\psi}^* \end{cases}$$

Tot seguit, es presenten els càlculs per a l'obtenció de les tres equacions mitjançant el mètode de les potències virtuals i aplicant moviments virtuals compatibles amb els enllaços.

**Moviment virtual 1:**  $v_x^* \neq 0$ ,  $v_y^* = 0$ ,  $\psi^* = 0$

Les forces i moments que intervenen en aquest moviment virtual es representen a la Figura B.2.

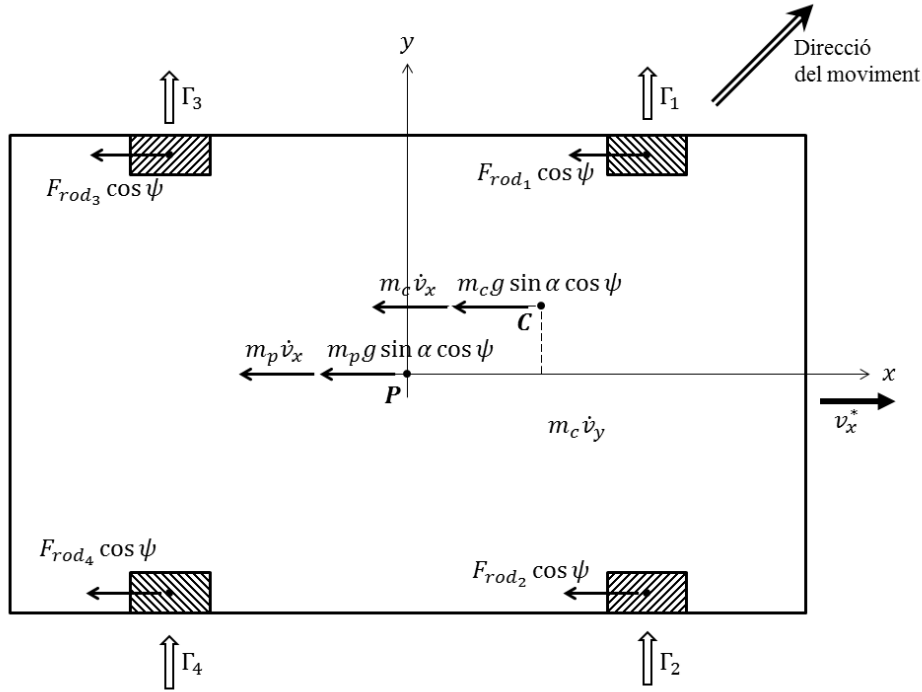


Figura B.2. Diagrama de forces per al moviment virtual 1

L'expressió de la suma de potències virtuals és

$$\sum_{i=1}^4 \Gamma_i \dot{\vartheta}_i^* - (m_p + m_c) \dot{v}_x v_x^* - (m_p + m_c) g \sin \alpha \cos \psi v_x^* - \sum_{i=1}^4 F_{rod_i} v_x^* \cos \psi = 0$$

Tenint en compte l'expressió de la força de rodament  $F_{rod_i}$ , s'obté

$$\Gamma_1 \dot{\vartheta}_1^* + \Gamma_2 \dot{\vartheta}_2^* + \Gamma_3 \dot{\vartheta}_3^* + \Gamma_4 \dot{\vartheta}_4^* - (m_p + m_c) \dot{v}_x v_x^* - (m_p + m_c) g \sin \alpha \cos \psi v_x^* - \frac{\delta_{rod}}{R} v_x^* \cos \psi \sum_{i=1}^4 N_i = 0$$

I d'aquí s'obté la primera equació

$$\begin{aligned} & \Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3 + \Gamma_4 \\ &= R(m_p + m_c) \dot{v}_x + R(m_p + m_c) g \sin \alpha \cos \psi + \delta_{rod}(m_p + m_c) g \cos \alpha \cos \psi \end{aligned}$$



**Moviment virtual 2:**  $v_x^* = 0, v_y^* \neq 0, \dot{\psi}^* = 0$ 

A la Figura B.3, es representen les forces i els moments que intervenen en el segon moviment virtual.

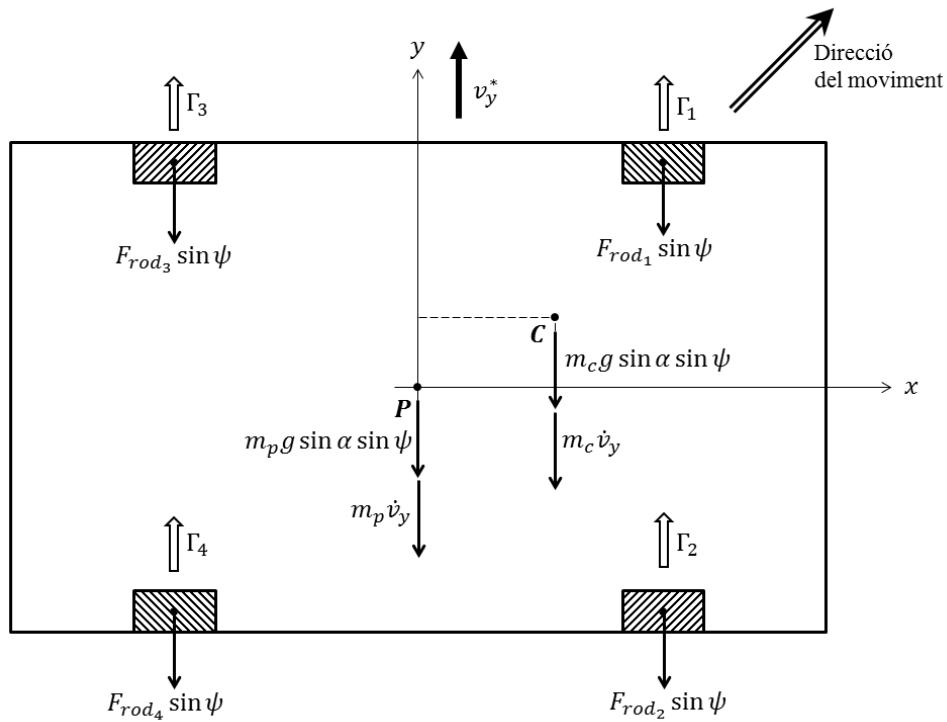


Figura B.3. Diagrama de forces per al moviment virtual 2

L'expressió de la suma de potències és

$$\sum_{i=1}^4 \Gamma_i \dot{\vartheta}_i^* - (m_p + m_c) \dot{v}_y v_y^* - (m_p + m_c) g \sin \alpha \sin 45^\circ v_y^* - \sum_{i=1}^4 F_{rod_i} v_x^* \sin \psi = 0$$

Tenint en compte l'expressió de la força de rodolament  $F_{rod_i}$ , s'obté

$$\begin{aligned} & \Gamma_1 \dot{\vartheta}_1^* + \Gamma_2 \dot{\vartheta}_2^* + \Gamma_3 \dot{\vartheta}_3^* + \Gamma_4 \dot{\vartheta}_4^* - (m_p + m_c) \dot{v}_y v_y^* - (m_p + m_c) g \sin \alpha \sin 45^\circ v_y^* - \\ & - \frac{\delta_{rod}}{R} v_x^* \sin \psi \sum_{i=1}^4 N_i = 0 \end{aligned}$$

I simplificant aquesta expressió, s'obté la segona equació

$$\begin{aligned} & -\Gamma_1 + \Gamma_2 + \Gamma_3 - \Gamma_4 \\ & = R(m_p + m_c) \dot{v}_y + R(m_p + m_c) g \sin \alpha \sin \psi + \delta_{rod} (m_p + m_c) g \cos \alpha \sin \psi \end{aligned}$$

**Moviment virtual 3:**  $v_x^* = 0$ ,  $v_y^* = 0$ ,  $\dot{\psi}^* \neq 0$

Per al tercer moviment virtual, les forces i els moments que actuen sobre la plataforma es representen a la Figura B.4.

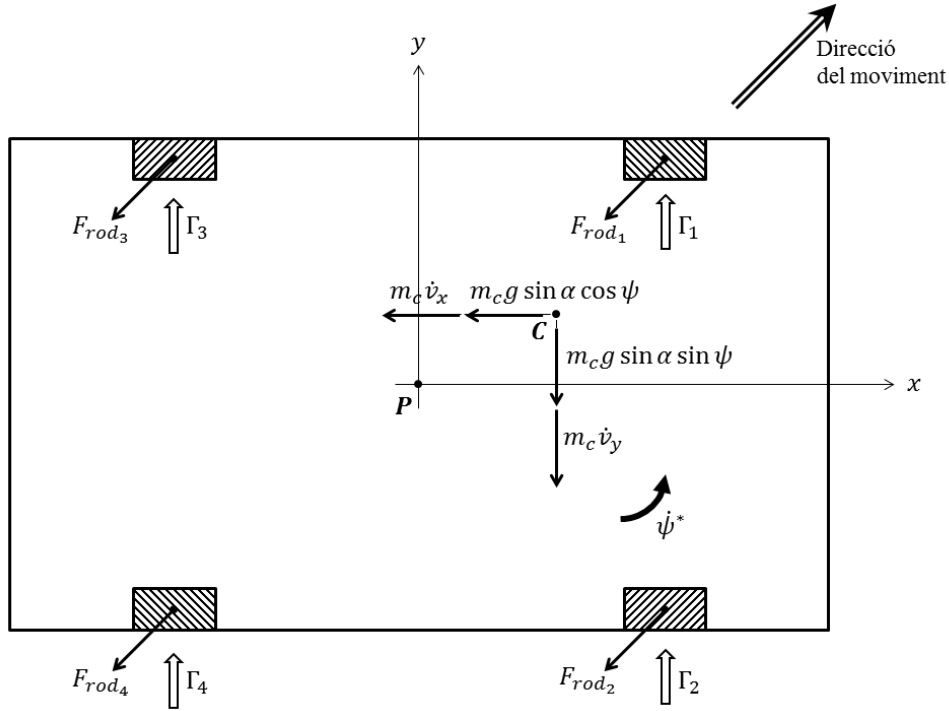


Figura B.4. Diagrama de forces per al moviment virtual 3

L'expressió de la suma de potències és

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^4 \Gamma_i \dot{\theta}_i^* + m_c \dot{v}_x y_c \dot{\psi}^* + m_c g \sin \alpha \cos 45^\circ y_c \dot{\psi}^* - m_c \dot{v}_y x_c \dot{\psi}^* - m_c g \sin \alpha \sin 45^\circ x_c \dot{\psi}^* + \\ & + \sum_{i=1}^4 F_{rod_i} q_i \cos \psi \dot{\psi}^* - \sum_{i=1}^4 F_{rod_i} p_i \sin \psi \dot{\psi}^* = 0 \end{aligned}$$

Tenint en compte l'expressió de la força de rodolament  $F_{rod_i}$ , s'obté

$$\begin{aligned} & \Gamma_1 \dot{\theta}_1^* + \Gamma_2 \dot{\theta}_2^* + \Gamma_3 \dot{\theta}_3^* + \Gamma_4 \dot{\theta}_4^* + m_c \dot{v}_x y_c \dot{\psi}^* + m_c g \sin \alpha \cos 45^\circ y_c \dot{\psi}^* - m_c \dot{v}_y x_c \dot{\psi}^* \\ & - m_c g \sin \alpha \sin 45^\circ x_c \dot{\psi}^* + \frac{\delta_{rod}}{R} \cos \psi \dot{\psi}^* \sum_{i=1}^4 q_i N_i - \frac{\delta_{rod}}{R} \sin \psi \dot{\psi}^* \sum_{i=1}^4 p_i N_i = 0 \end{aligned}$$

Si s'aplica la hipòtesi que la força normal es reparteix uniformement entre les quatre rodes ( $N_i = N_j, \forall i, j$ ), s'obté la tercera equació

$$-\Gamma_1 + \Gamma_2 - \Gamma_3 + \Gamma_4 = \frac{R}{p+q} (m_c \dot{v}_y x_c + m_c g \sin \alpha \sin \psi x_c - m_c \dot{v}_x y_c - m_c g \sin \alpha \cos \psi y_c)$$

## Annex C. Anàlisi de les bigues del xassís

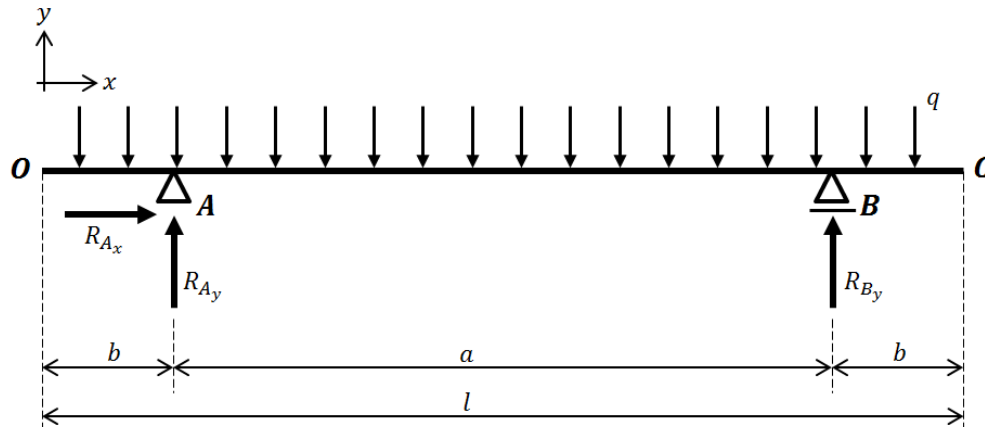


Figura C.1. Model barra per l'estudi de la biga longitudinal i la bigueta transversal

Les dimensions d'una biga longitudinal i d'una bigueta transversal – veure Figura C.1– són:

### Biga longitudinal

$$l = 4000 \text{ mm}$$

$$a = 2500 \text{ mm}$$

$$b = 750 \text{ mm}$$

### Bigueta transversal

$$l = 2400 \text{ mm}$$

$$a = 1890 \text{ mm}$$

$$b = 255 \text{ mm}$$

### Càlcul de les reaccions

Primerament, es determinen les reaccions a les articulacions A i B de la biga.

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow R_{Ax} = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow R_{Ay} + R_{By} - ql = 0$$

$$\Sigma M_z(\text{Punt mig}) = 0 \rightarrow R_{Ay} \frac{a}{2} + q \frac{l}{2} \frac{l}{4} - R_{By} \frac{a}{2} - q \frac{l}{2} \frac{l}{4} = 0$$

S'obté,

$$R_{Ay} = R_{By} = q \frac{l}{2}$$

$$R_{Ax} = 0$$

## Càlcul d'esforços

Es determina l'esforç tallant  $T_y$  i el moment flector  $M_z$  en cada tram de la biga.

### Tram O-A

$$T_y = -qx$$

$$M_z = q \frac{x^2}{2}$$

### Tram A-B

$$T_y = -qx + R_{Ay}$$

$$M_z = q \frac{x^2}{2} - R_{Ay}(x - b)$$

### Tram B-C

$$T_y = -qx + R_{Ay} + R_{By}$$

$$M_z = q \frac{x^2}{2} - R_{Ay}(x - b) - R_{By}(x - b - a)$$

## Comprovació de la secció

Per a comprovar si la secció del perfil escollit és adequada, s'aplica la hipòtesi de Navier i s'escull un factor de seguretat  $\gamma = 1,5$ . La tensió admissible és

$$\sigma_{adm} = \frac{f_y}{\gamma} = \frac{235}{1,5} = 156,7 \text{ N/mm}^2$$

I el mòdul de flexió elàstic és

$$W_{z_{\min}} = \frac{|M_z|}{\sigma_{adm}}$$

Per tal que la biga suporti els esforços aplicats, cal que  $W_{z_{\min}} < W_{z_{biga}}$ .

## Desplaçament màxim

El desplaçament vertical es troba a partir de l'equació diferencial de l'elàstica.

$$\frac{d^2 v}{dx^2} = \frac{M_z}{EI_z}$$

Integrant dues vegades l'equació per a cada tram de la barra, s'obté l'expressió de la deformada de la barra i es pot determinar la fletxa màxima.

Tram O-A

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{M_z}{EI_z} = \frac{1}{EI_z} q \frac{x^2}{2}$$

$$\frac{dv}{dx} = \int \frac{M_z}{EI_z} = \frac{1}{EI_z} \left( q \frac{x^3}{6} + C_1 \right)$$

$$v = \int \int \frac{M_z}{EI_z} = \frac{1}{EI_z} \left( q \frac{x^4}{24} + C_1 x + C_2 \right)$$

Tram A-B

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{M_z}{EI_z} = \frac{1}{EI_z} \left( q \frac{x^2}{2} - R_{Ay}(x - b) \right)$$

$$\frac{dv}{dx} = \int \frac{M_z}{EI_z} = \frac{1}{EI_z} \left( q \frac{x^3}{6} - R_{Ay} \frac{(x - b)^2}{2} + C_3 \right)$$

$$v = \int \int \frac{M_z}{EI_z} = \frac{1}{EI_z} \left( q \frac{x^4}{24} - R_{Ay} \frac{(x - b)^3}{6} + C_3 x + C_4 \right)$$

Tram B-C

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{M_z}{EI_z} = \frac{1}{EI_z} \left( q \frac{x^2}{2} - R_{Ay}(x - b) - R_{By}(x - b - a) \right)$$

$$\frac{dv}{dx} = \int \frac{M_z}{EI_z} = \frac{1}{EI_z} \left( q \frac{x^3}{6} - R_{Ay} \frac{(x - b)^2}{2} - R_{By} \frac{(x - b - a)^2}{2} \right) + C_5$$

$$v = \int \int \frac{M_z}{EI_z} = \frac{1}{EI_z} \left( q \frac{x^4}{24} - R_{Ay} \frac{(x - b)^3}{6} - R_{By} \frac{(x - b - a)^3}{6} + C_5 x + C_6 \right)$$

Per tal de determinar les constants d'integració  $C_1, \dots, C_6$  s'imposen sis condicions de contorn. Concretament, s'imposa que als punts A i B on es troben les articulacions, el desplaçament de la barra és nul i que la curvatura en la transició entre trams és contínua.

Al punt A:

$$v_{O-A} = 0$$

$$v_{A-B} = 0$$

$$\frac{dv_{O-A}}{dx} = \frac{dv_{A-B}}{dx}$$

Al punt B:

$$v_{A-B} = 0$$

$$v_{B-C} = 0$$

$$\frac{dv_{A-B}}{dx} = \frac{dv_{B-C}}{dx}$$

Imposant aquestes condicions de contorn, s'obté

$$C_1 = C_3 = C_5 = -\frac{q \frac{(a+b)^4}{24} - q \frac{b^4}{24} - R_{Ay} \frac{a^3}{6}}{a}; \quad C_2 = C_4 = C_6 = -q \frac{b^4}{24} - C_1 b$$

## Annex D. Càlcul de les càrregues sobre els rodaments

Les forces que actuen al punt de contacte de la roda amb el terra – veure Figura D.1 – són

$$N = \frac{m_p + m_c}{4} g \cos \alpha = 18387,4 \text{ N}$$

$$F_J = N \frac{\delta_{rod}}{R} + \frac{m_p + m_c}{4} g \sin \alpha + \frac{m_p + m_c}{4} \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 1879,7 \text{ N}$$

Per tant, la força resultant sobre els eixos x i y és

$$F_{x_J} = F_J \cos \psi = 1329,2 \text{ N}$$

$$F_{y_J} = F_J \sin \psi = 1329,2 \text{ N}$$

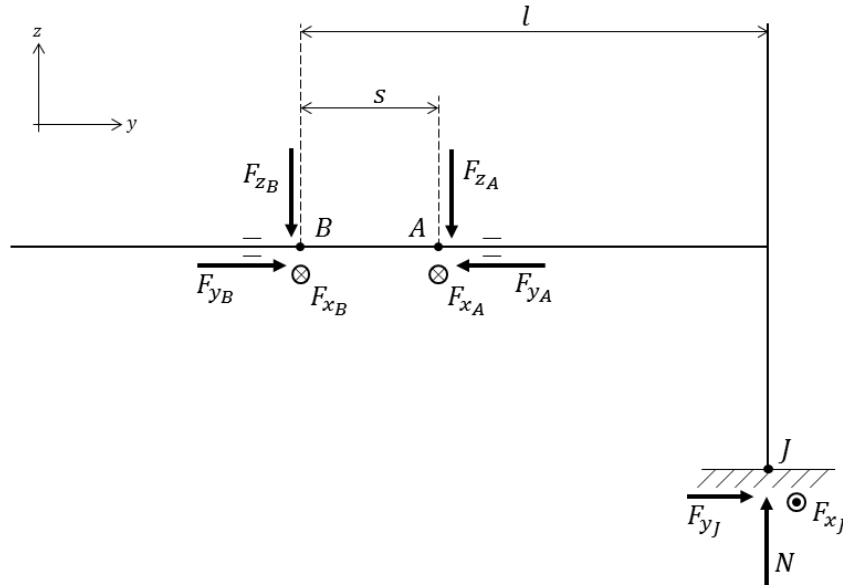


Figura D.1. Forces aplicades a l'eix de la roda

Les distàncies entre el punt d'aplicació de les reaccions i de les forces – veure Figura D.1 – són

$$s = 68 \text{ mm}, \quad l = 180 \text{ mm}$$

Aplicant la suma de forces i de moments, s'obtenen les reaccions sobre els rodaments

$$\Sigma M_x(B) = 0 \rightarrow F_{x_A} = \frac{F_{x_J} l}{s} = 3518,4 \text{ N}$$

$$\Sigma M_z(B) = 0 \rightarrow F_{z_A} = \frac{Nl + F_{y_J} R}{s} = 52644,5 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0 \rightarrow F_{x_B} = F_{x_J} - F_{x_A} = -2189,2 \text{ N}$$

$$\Sigma F_z = 0 \rightarrow F_{z_B} = N - F_{z_A} = -34257,0 \text{ N}$$

Per tant, la força radial total que suporta cada rodament és

$$F_{r_A} = \sqrt{F_{x_A}^2 + F_{z_A}^2} = 52761,9 \text{ N}$$

$$F_{r_B} = \sqrt{F_{x_B}^2 + F_{z_B}^2} = 34326,9 \text{ N}$$

Mentre que la càrrega axial és

$$K_a = F_{y_j} = 1329,2 \text{ N}$$

S'observa que  $\frac{F_{r_A}}{Y_A} > \frac{F_{r_B}}{Y_B}$  i que  $K_a \leq 0,5 \left( \frac{F_{r_A}}{Y_A} - \frac{F_{r_B}}{Y_B} \right)$ . Per tant,

$$F_{a_A} = 0,5 \frac{F_{r_A}}{Y_A} = 17130,5 \text{ N}$$

$$F_{a_B} = 0,5 \frac{F_{r_B}}{Y_B} - K_a = 15801,5 \text{ N}$$

Com que  $\frac{F_{a_A}}{F_{r_A}} \leq e$ , la càrrega dinàmica combinada per al rodament A és

$$F_{comb_A} = F_{r_A} = 52761,9 \text{ N}$$

Com que  $\frac{F_{a_B}}{F_{r_B}} > e$ , la càrrega dinàmica combinada per al rodament B és

$$F_{comb_B} = X F_{r_B} + Y_B F_{a_B} = 38064,8 \text{ N}$$

## Annex E. Diagrama d'esforços sobre l'eix de la roda

Tot seguit es determina el diagrama d'esforços sobre l'eix de la roda quan no es negligeix cap força – veure Figura E.1 a Figura E.6.

### Tram O-A

$$N = -F_{y_J}$$

$$T_y = -N$$

$$T_z = F_{x_J}$$

$$M_x = F_{x_J}R$$

$$M_y = F_{x_J}x$$

$$M_z = F_yR + N_zx$$

### Tram A-B

$$N = -F_{y_J}$$

$$T_y = -N + F_{z_A}$$

$$T_z = F_{x_J} - F_{x_A}$$

$$M_x = F_{x_J}R$$

$$M_y = F_{x_J}x - F_{x_A}(x - (l - s))$$

$$M_z = F_{y_J}R + Nx - F_{z_A}(x - (l - s))$$

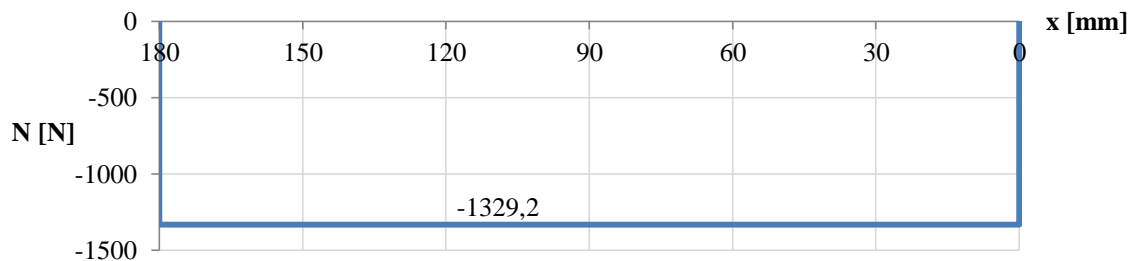


Figura E.1. Diagrama d'esforç normal  $N$

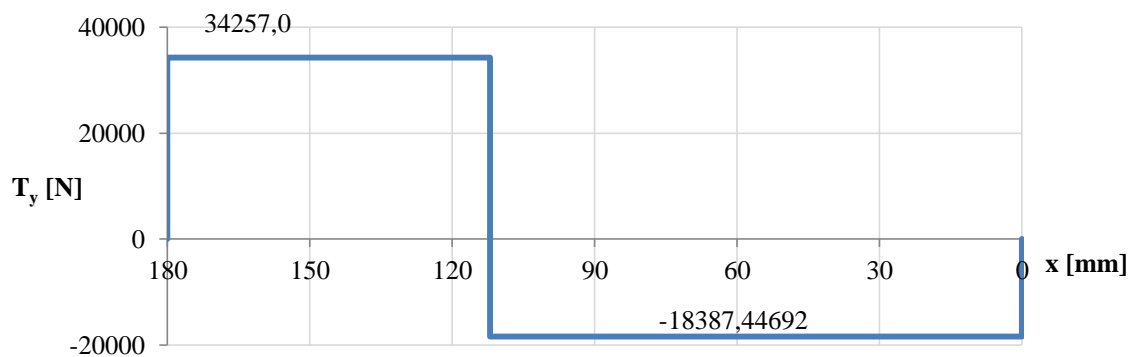
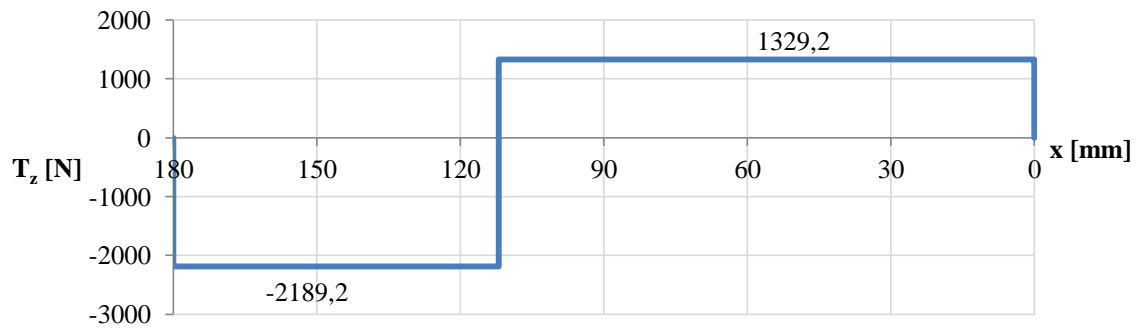
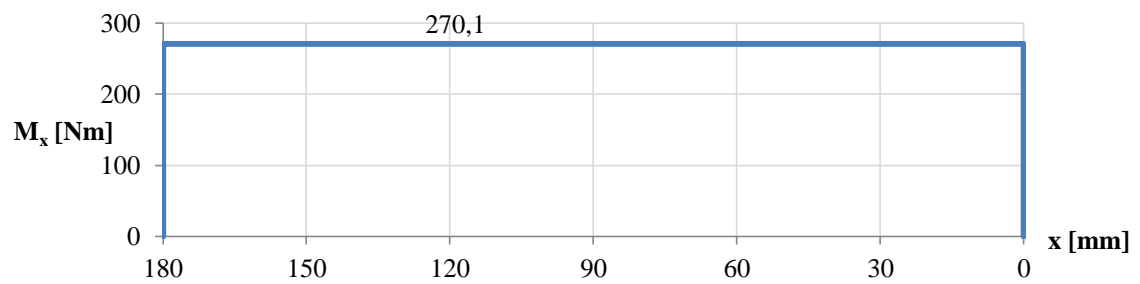
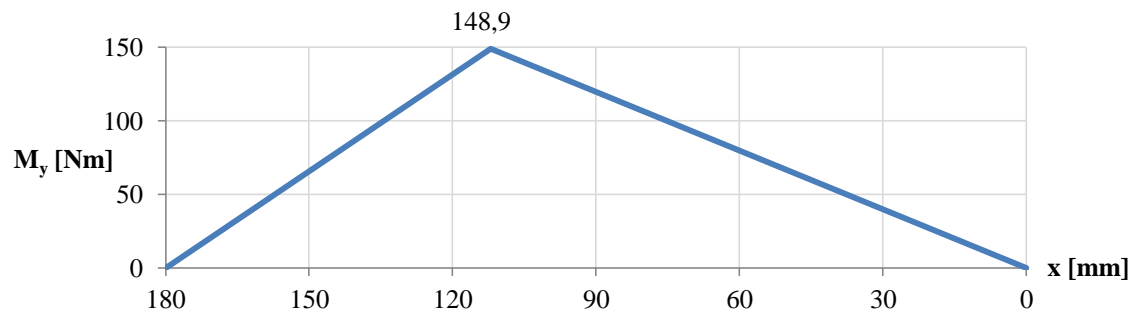
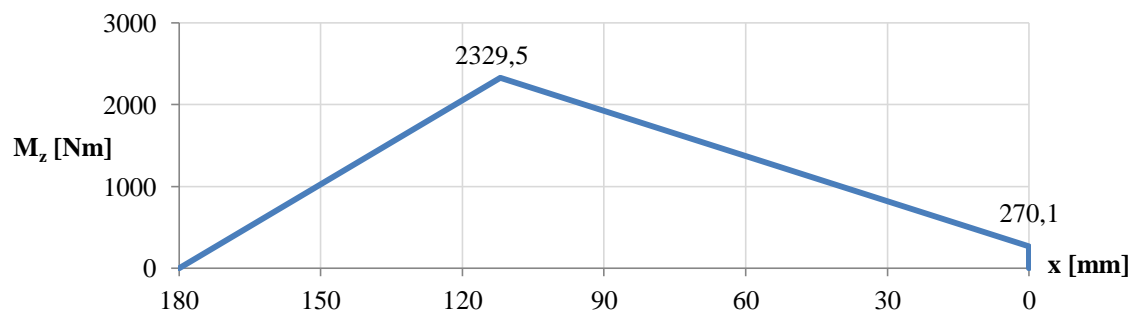


Figura E.2. Diagrama d'esforç tallant  $T_y$




 Figura E.3. Diagrama d'esforç tallant  $T_z$ 

 Figura E.4. Diagrama de moment torsor  $M_x$ 

 Figura E.5. Diagrama de moment flector  $M_y$ 

 Figura E.6. Diagrama de moment flector  $M_z$

## Annex F. Coeficients per al càlcul de fatiga

### El límit de fatiga per $10^6$ cicles

El límit de fatiga per  $10^6$  cicles és

$$S_f = k_l k_d k_s \frac{1}{K_f} S'_f = 114,89 \text{ N/mm}^2$$

On  $S'_f$  és el límit de fatiga del material  $\rightarrow S'_f = 0,5 R_m = 0,5 \cdot 800 = 400 \text{ N/mm}^2$

Tot seguit es mostra el valor que pren cadascun dels paràmetres:

- Coeficient del tipus de càrrega ( $k_l$ )  
Càrrega rotativa  $\rightarrow k_l = 1$
- Coeficient de grandària ( $k_d$ )  
 $d > 50 \rightarrow k_d = 0,75$
- Coeficient d'acabat superficial ( $k_s$ )  
Acabat mecanitzat  $\rightarrow k_s = 0,82$
- Coeficient de concentració de tensions teòric ( $k_t$ )  
Eix de secció circular amb ranura anular i sotmès a flexió  $\rightarrow k_t = 2,6$
- Sensibilitat a l'entalla ( $q$ )  
Acer de  $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$  i eix sotmès a flexió  $\rightarrow q = 0,8$
- Coeficient de concentració de tensions en la fatiga ( $K_f$ )  
 $K_f = 1 + q(k_t + 1) = 2,28$

### El límit de fatiga per $10^3$ cicles

El límit de fatiga per  $10^3$  cicles és

$$S_{10^3} = \frac{1}{K'_f} S'_{10^3} = 545,45 \text{ N/mm}^2$$

On  $S'_{10^3} = 0,9 R_m = 0,9 \cdot 800 = 720 \text{ N/mm}^2$

Com que  $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$ ,  $\frac{K'_f - 1}{K_f - 1} = 0,25$ . Per tant,  $K'_f = 1,32$ .

## **Annex G. Plànols**

**Plànol 01.** Plataforma

**Plànol 02.** Conjunt roda

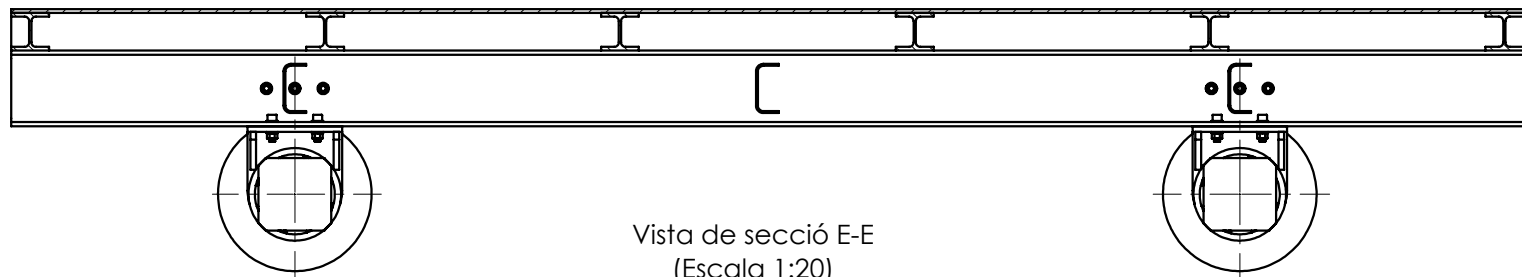
**Plànol 03.** Arbre. Plànol de peça en brut

**Plànol 04.** Plat. Plànol de peça en brut

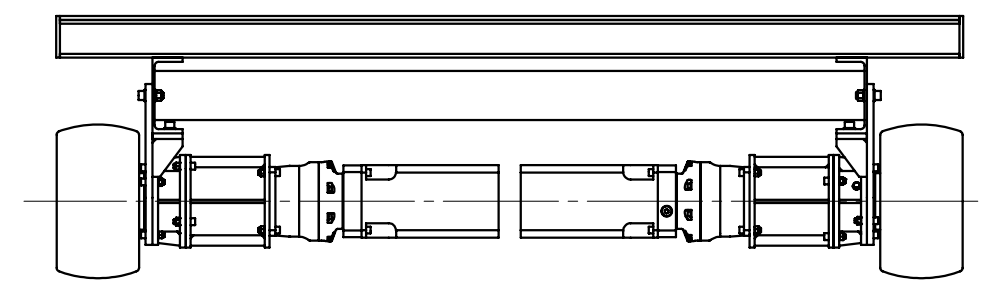
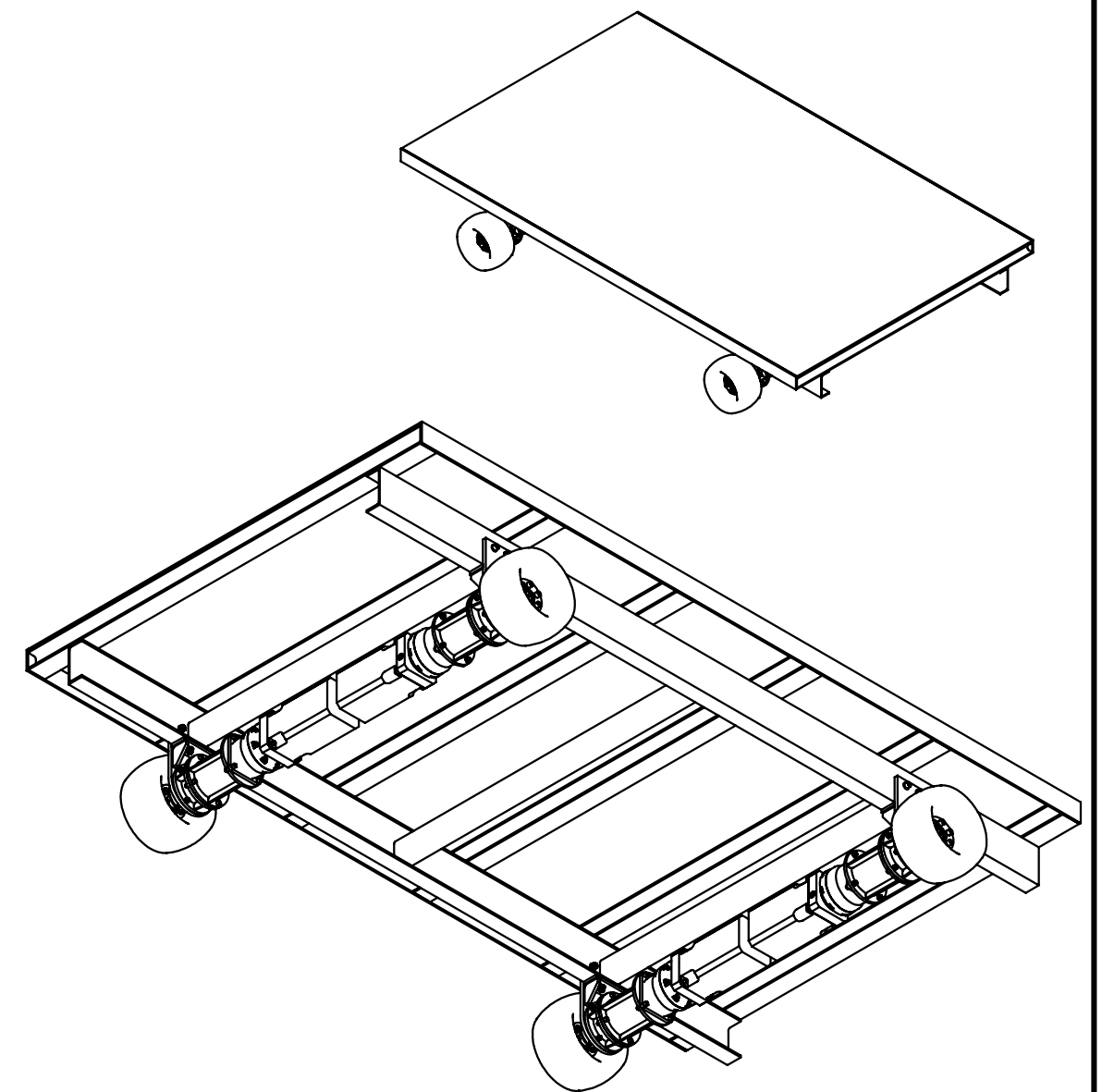
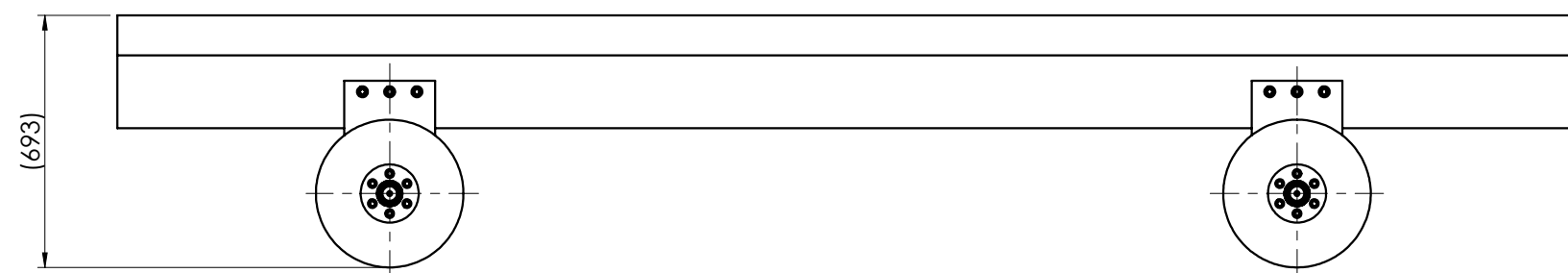
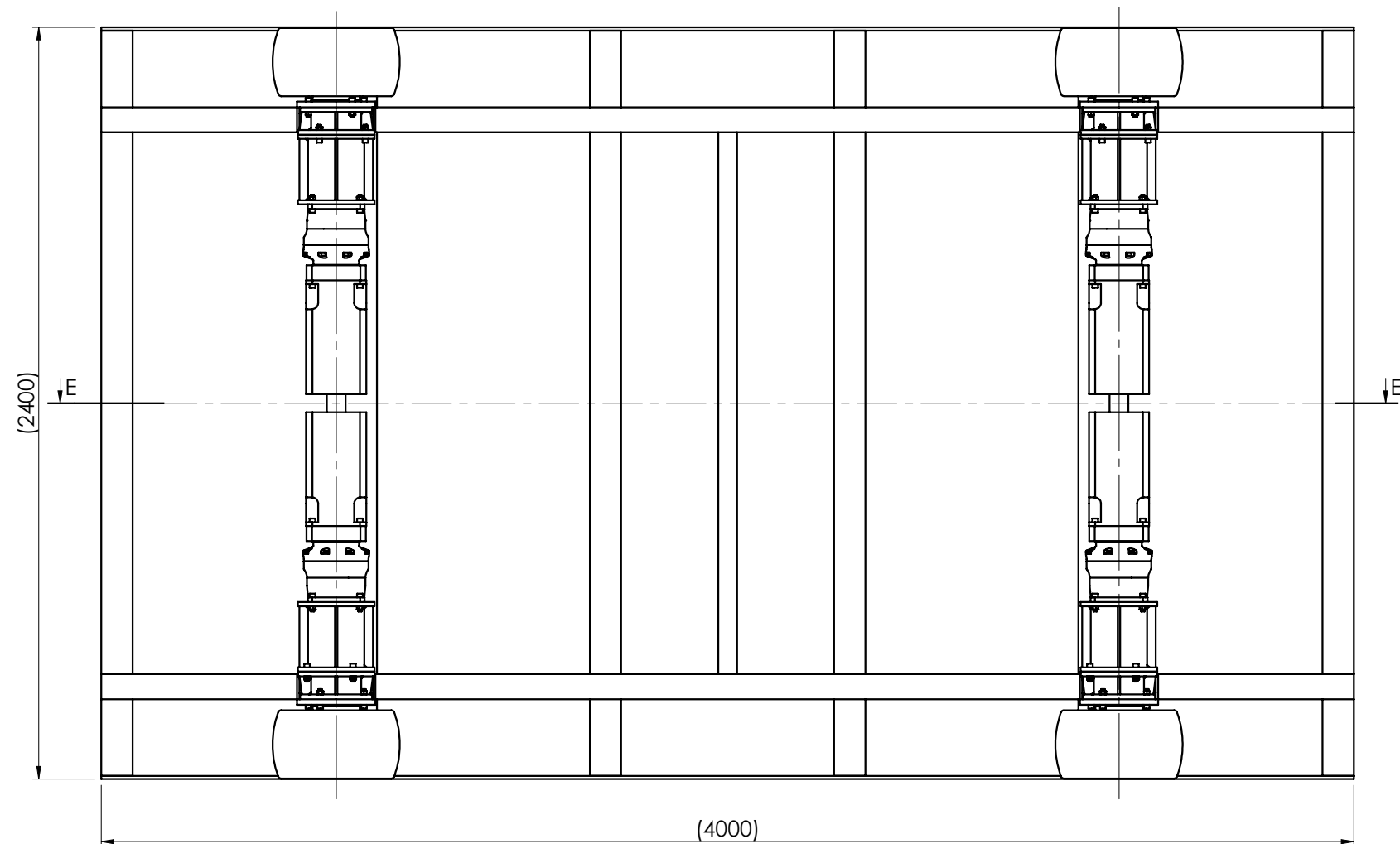
**Plànol 05.** Eix. Plànol de soldadura

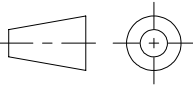
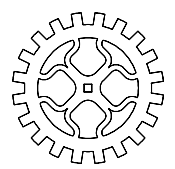
**Plànol 06.** Eix. Plànol de mecanitzat

**Plànol 07.** Xassís

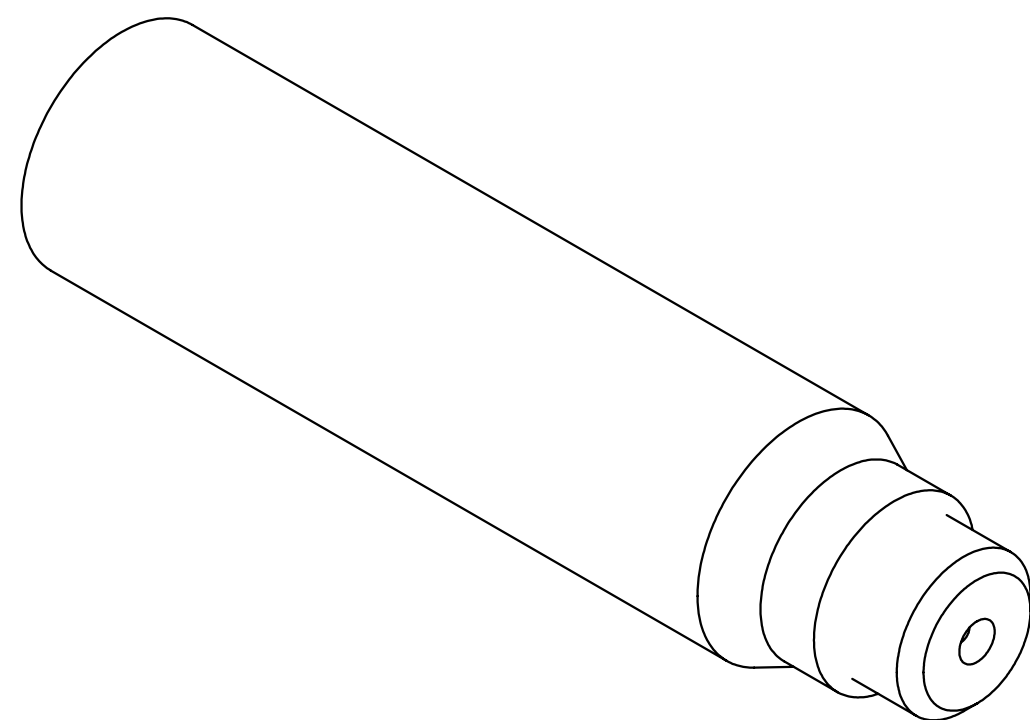
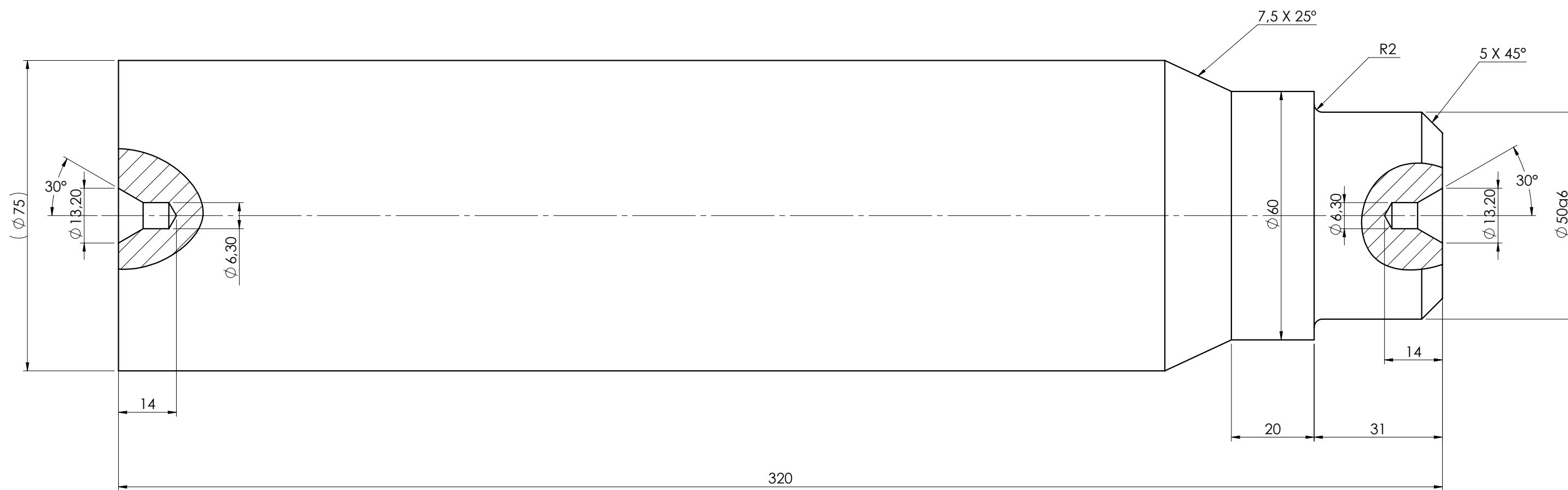


Vista de secció E-E  
(Escala 1:20)



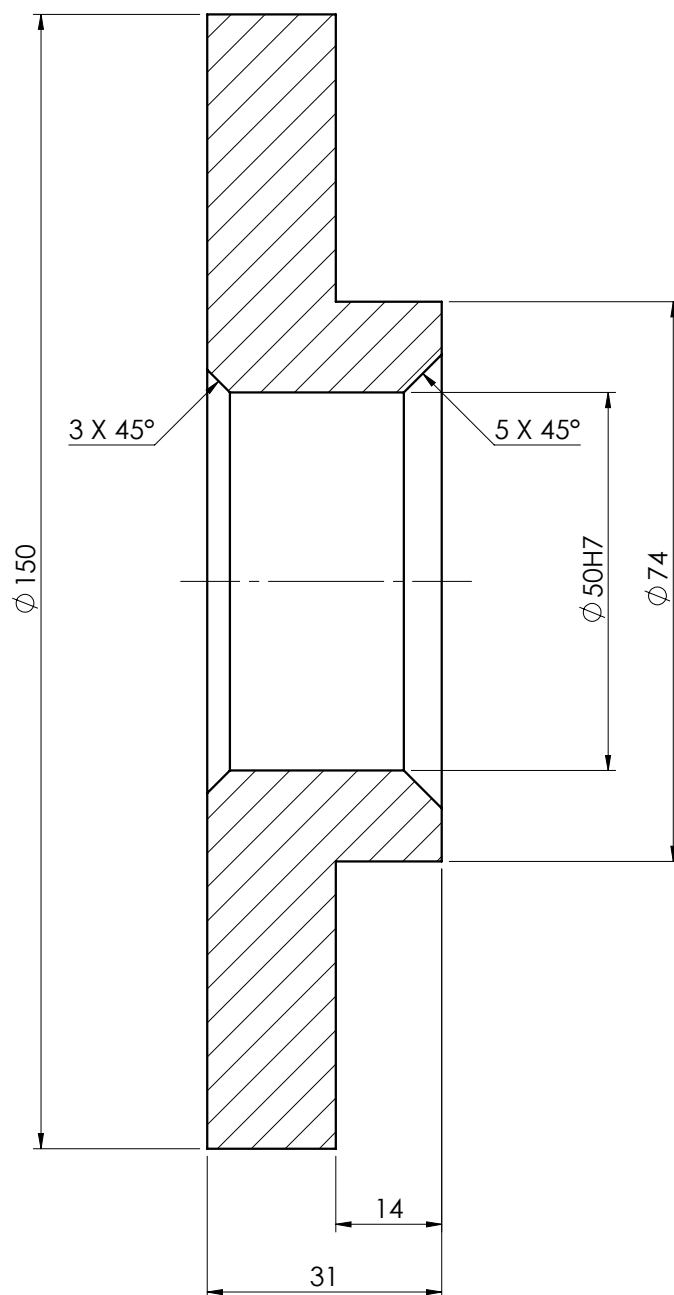
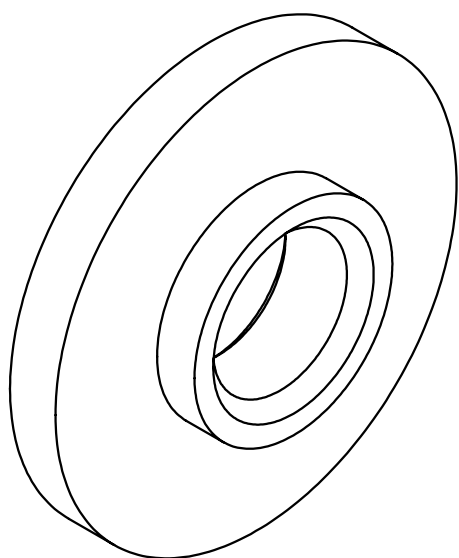
 Curs 2015-2016 Q2 Data 05/09/2016	 Departament d'Enginyeria Mecànica	Nom Montserrat Blanch	Material -	Escala 1:20
		Denominació Plataforma	Màquina Plataforma	
			Nº de plànol 01	



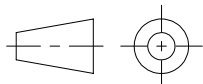


- Material de partida: Perfil rodó de diàmetre 75 mm
- No deixar arestes vives
- Toleràncies no especificades segons ISO 2768-m

		Nom Montserrat Blanch	Material 34CrMo4	Escala 1:1
		Denominació Arbre Plànol de peça en brut	Màquina Plataforma	
		Data 05/09/2016	Nº de plànol 03	

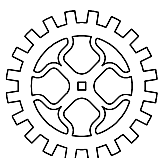


- Material de partida: Massís cilíndric de 155 mm de diàmetre i 35 mm de longitud
- No deixar arestes vives
- Toleràncies no especificades segons ISO 2768-m



Curs  
2015-2016 Q2

Data  
05/09/2016



Departament d'Enginyeria Mecànica

Nom  
Montserrat Blanch

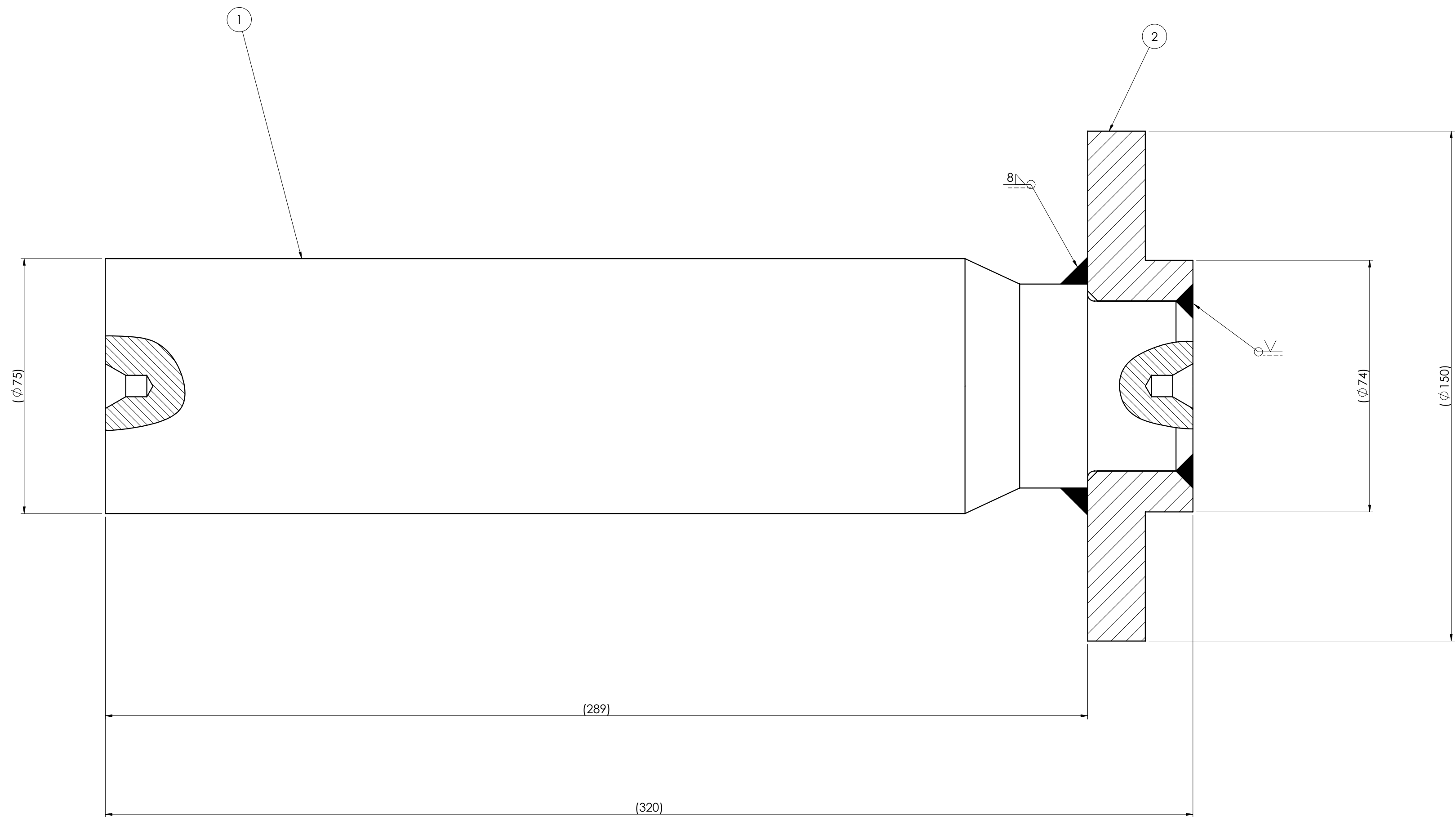
Denominació  
Plat  
Plànol de peça en brut

Material  
34CrMo4

Màquina  
Plataforma

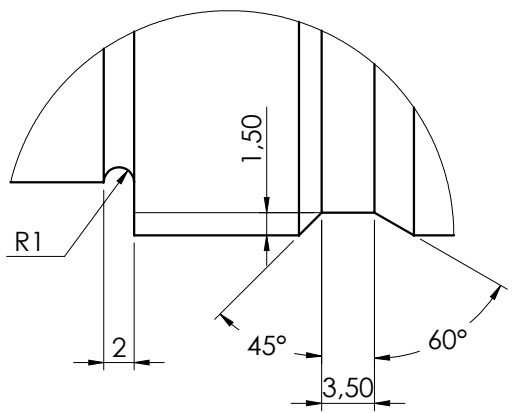
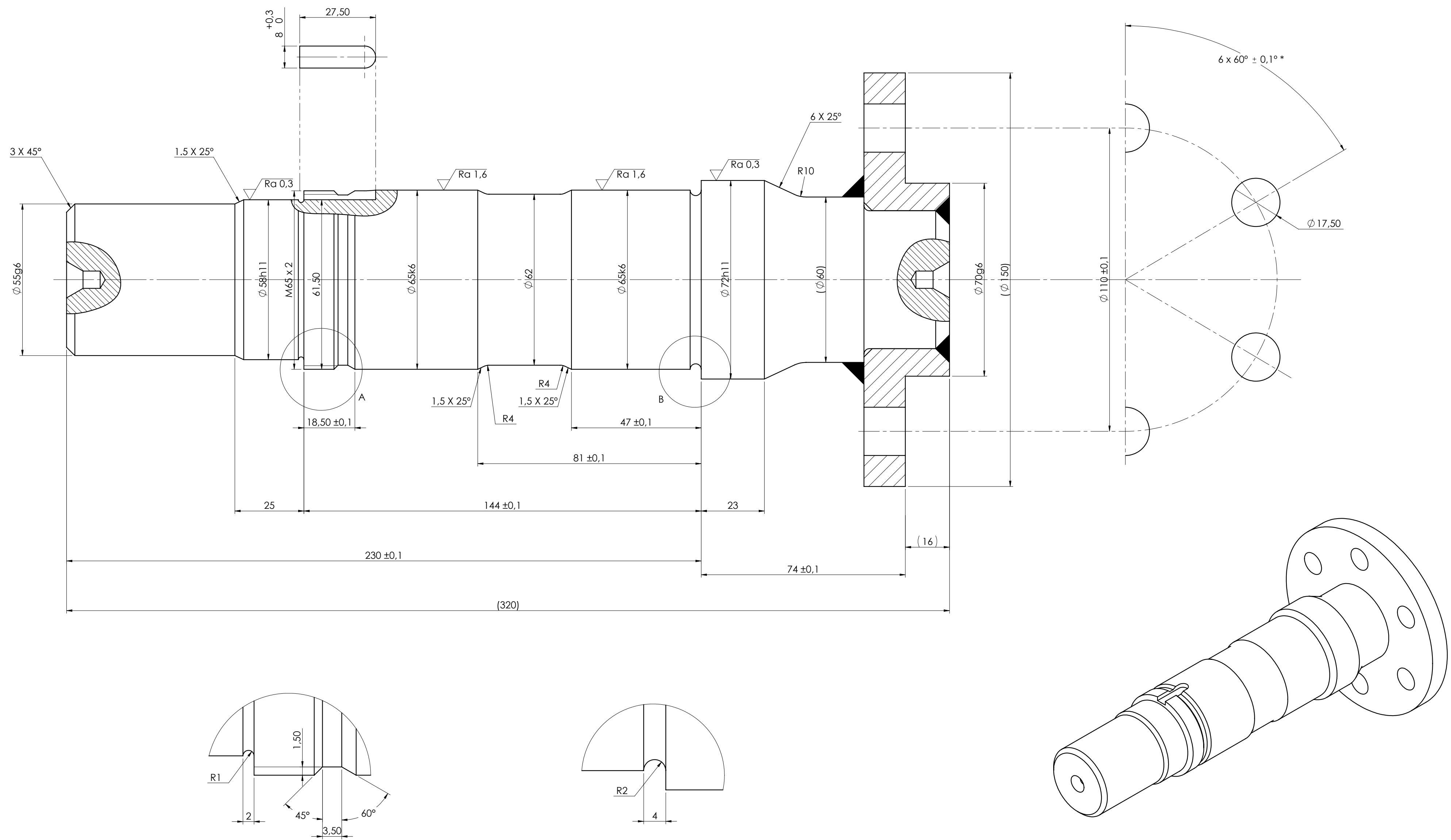
Nº de plànol  
04

Escala  
1:1

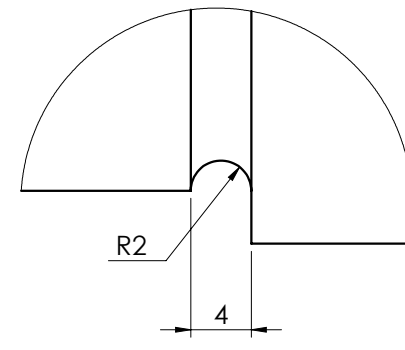


2	Plat	1	34CrMo4	Plànol nº 04	
1	Arbre	1	34CrMo4	Plànol nº 03	
NÚM.	NOM DE L'ELEMENT	QUANTITAT	MATERIAL	OBSERVACIONS	
		Nom Montserrat Blanch		Material 34CrMo4	Escala 1:1
Curs 2015-2016 Q2		Denominació Eix Plànol de soldadura		Màquina Plataforma	
Data 05/09/2016		Departament d'Enginyeria Mecànica		Nº de plànol 05	



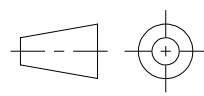
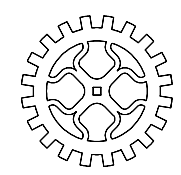


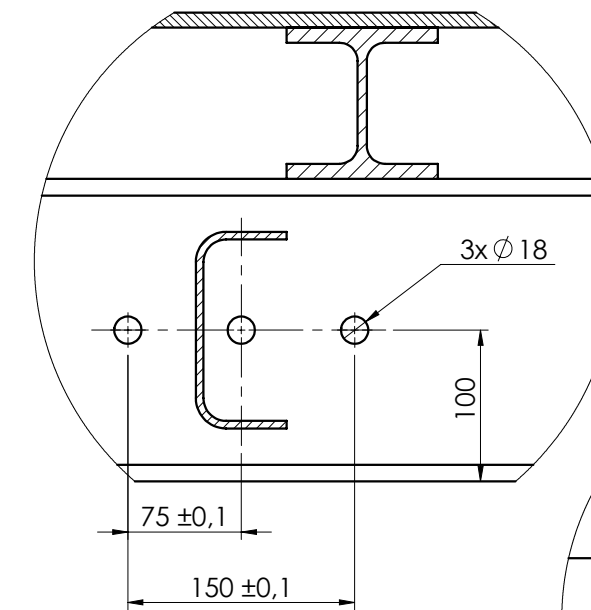
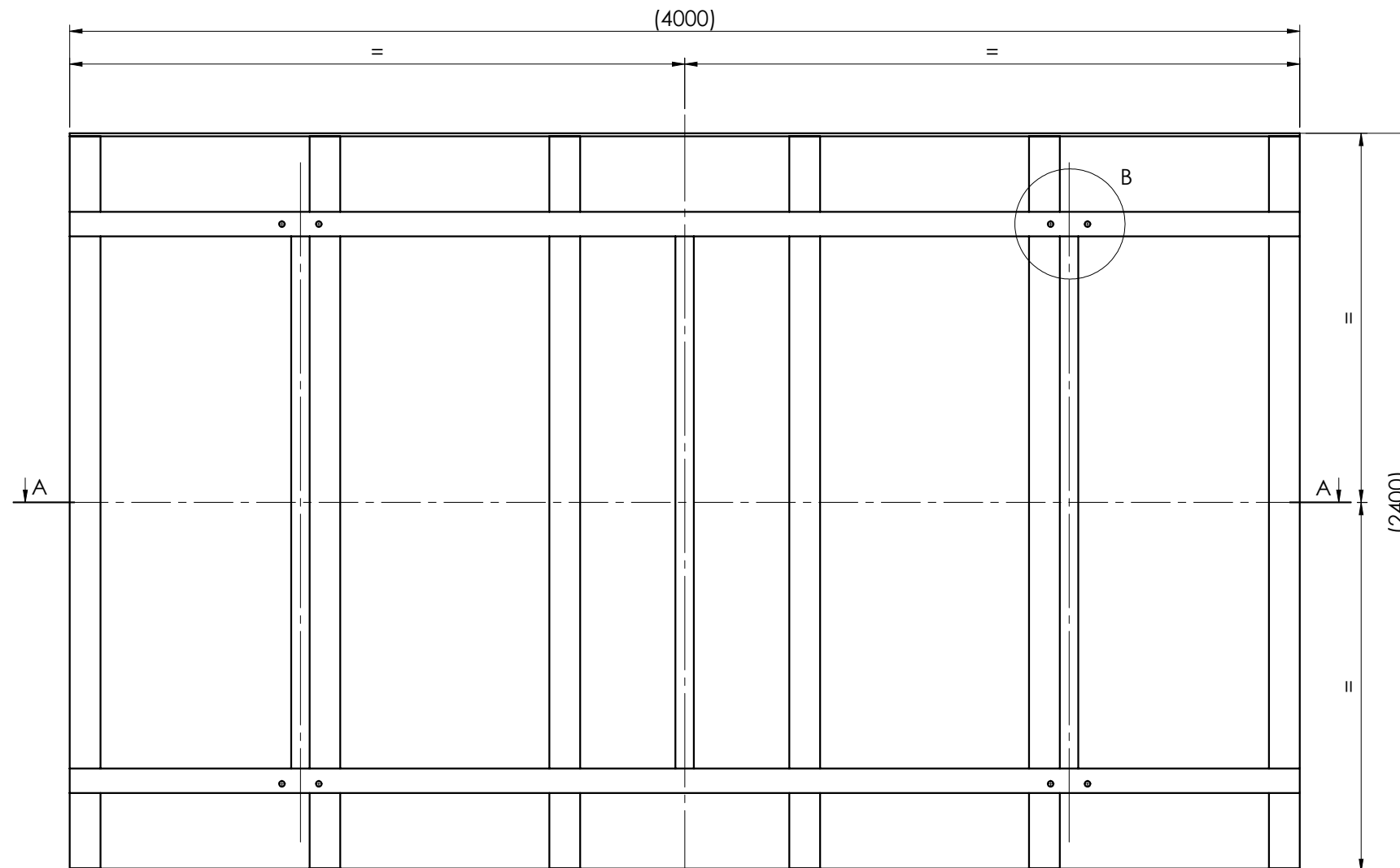
Vista de detall A  
(Escala 2:1)



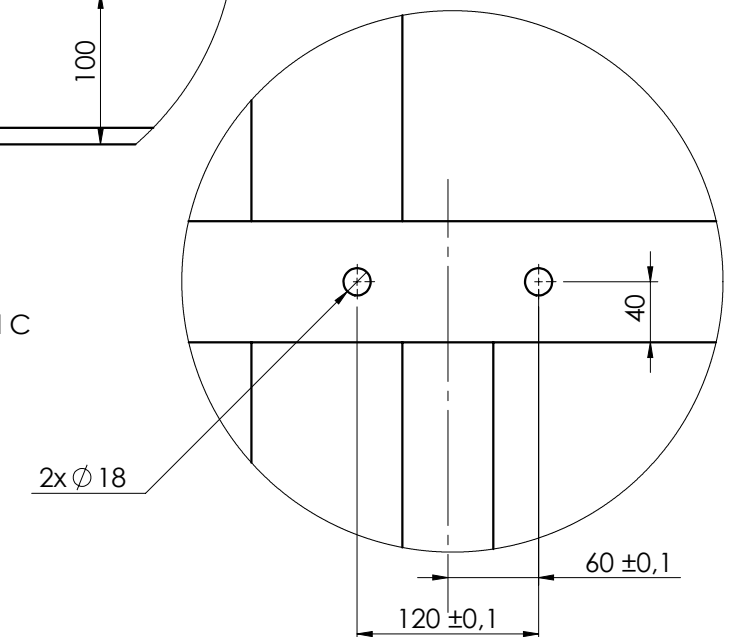
Vista de detall B  
(Escala 2:1)

- No deixar arestes vives
- Toleràncies no especificades segons ISO 2768-m
- \*A foradar conjuntament amb la roda

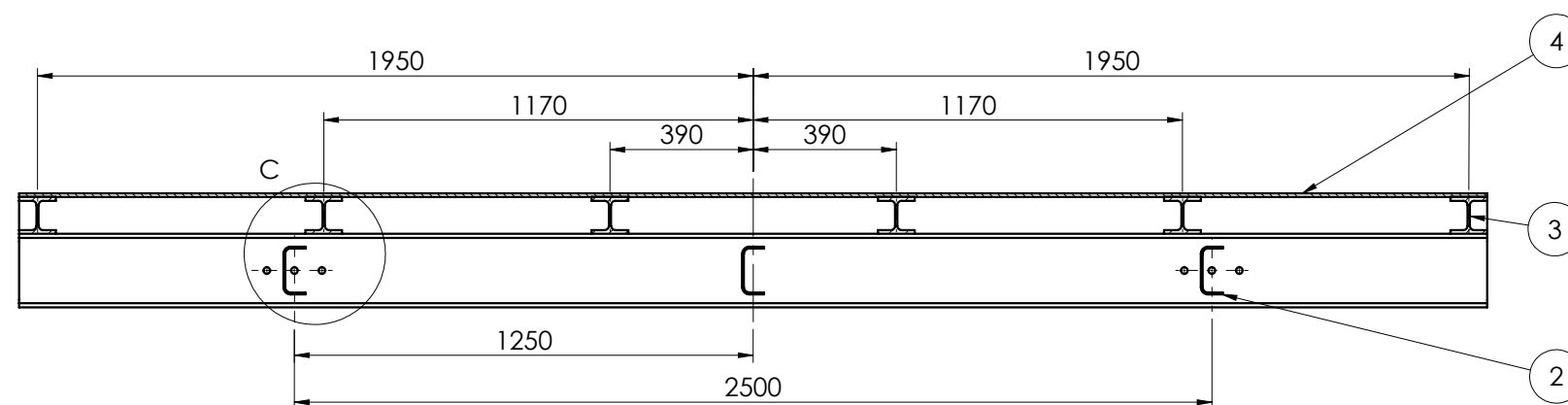
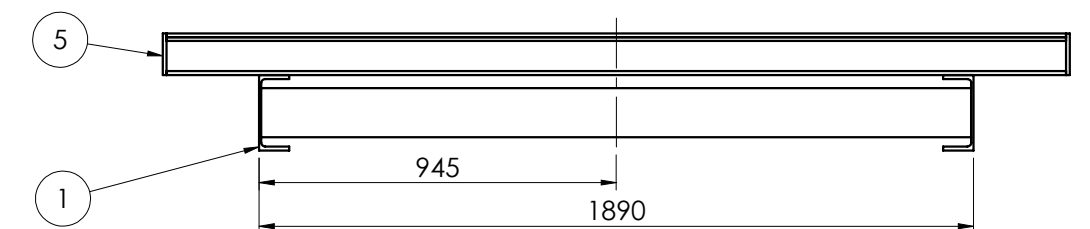
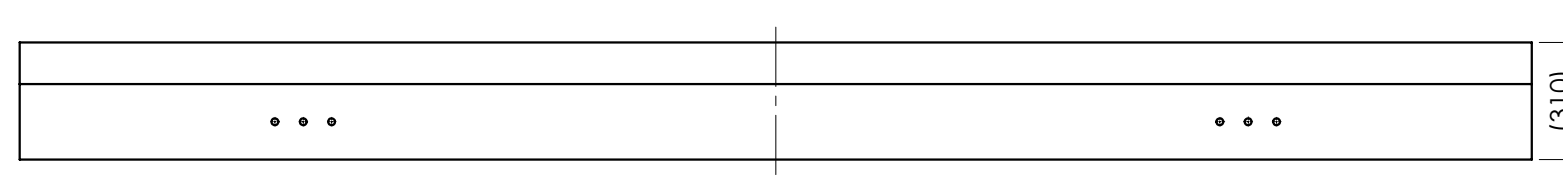
	 Departament d'Enginyeria Mecànica	Nom Montserrat Blanch	Material 34CrMo4	Escala 1:1
		Denominació Eix Plànol de mecanitzat	Màquina Plataforma	
		Data 05/09/2016	Nº de plànol 06	



Vista de detall C  
(Escala 1:5)



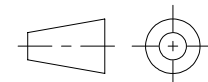
Vista de detall B  
(Escala 1:10)



Secció A-A  
(Escala 1:20)

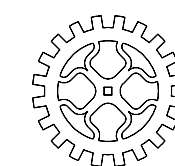
- Toleràncies no especificades segons ISO 2768-m
- No deixar arestes vives
- Elements soldats entre ells

5	Xapa 110 mm x 4000 mm, gruix 10 mm	2	S235
4	Xapa 2450 mm x 4000 mm, gruix 10 mm	1	S235
3	Perfil HE 100 B x 2430 mm	6	S235
2	Xapa doblegada 250 mm x 1928 mm, gruix 5 mm	3	S235
1	Perfil UPE 200 x 4000 mm	2	S235
NÚM.	NOM DE L'ELEMENT	QUANTITAT	MATERIAL



Curs  
2015-2016 Q2

Data  
05/09/2016



Departament d'Enginyeria Mecànica

Nom  
Montserrat Blanch

Denominació  
Xassís

Material  
S235

Màquina  
Plataforma

Nº de plànol  
07

## **Annex H. Catàlegs de components comercials**

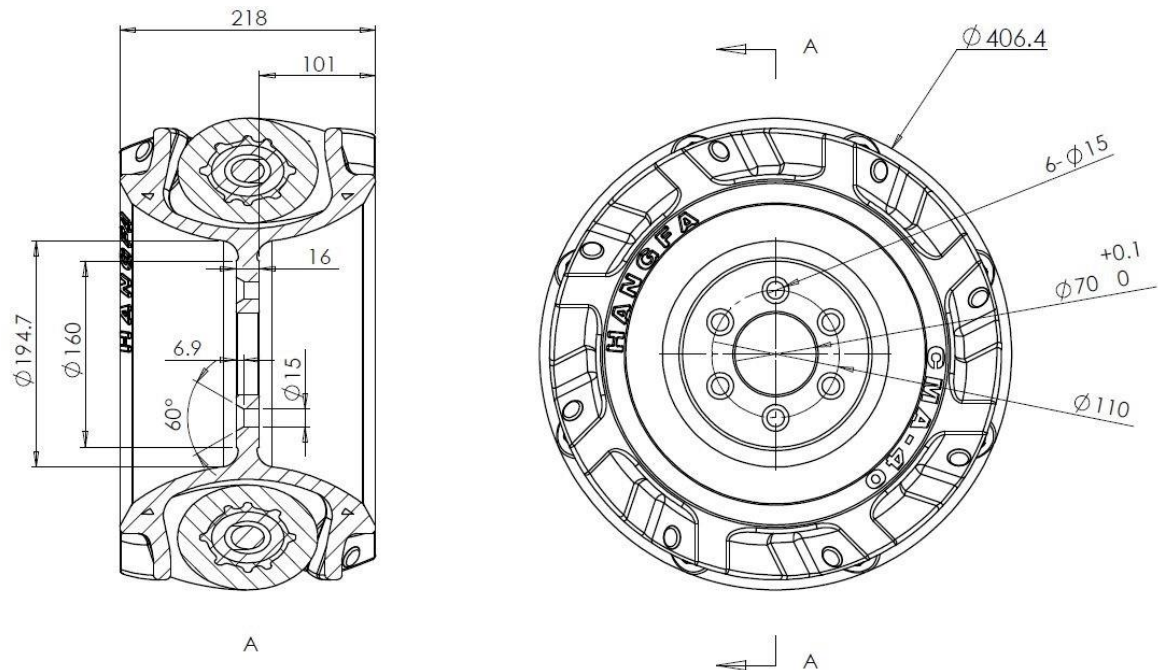
### **Components del conjunt roda:**

- Roda omnidireccional de corrons a 45°
- Servomotor
- Reductor epicicloïdal
- Acoblament elàstic
- Rodaments de corrons cònics
- Retenidors radials
- Junta tòrica
- Femella ranurada KM
- Volandera de retenció MB

### **Perfils del xassís:**

- Perfil UPE 200
- Perfil HEB 100

## CMA-40 Omni Wheel – Hangfa



**Diameter:** 406.4 mm (16")

**Wide:** 218mm

**Wheels:** 8

**Bearing Type:** heavy duty Rolling Bearing

**Wheel Material:** Polyurethane

**Hub Material:** steel

**Hub Surface Treatment:** High-Temperature Painting

**Mount:** Flange

**Flange Plate Thickness:** 16mm

**Flange Plate Diameter:** 160mm

**Flange Cavity Inner diameter:** 194.7mm

**Typical Middle Hole Size:** 70mm

**Weight:** 65 kg

**Load:** 2000 kg

# XtraforsPrime, Servomotores AC

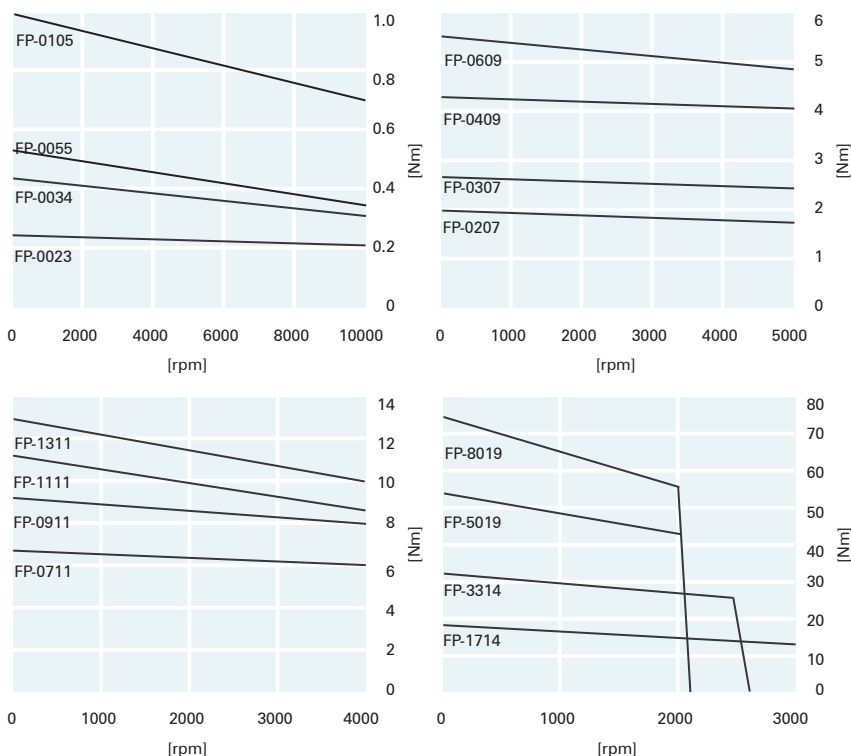
El concepto de construcción modular es la base de una amplia gama de modelos estándar. El diseño del estator sin ranuras da como resultado excelentes propiedades técnicas tales como: alta velocidad, par elevado, par de reluctancia cero, mínima ondulación de par, alta eficiencia y rigidez. En consecuencia, estos motores se adaptan perfectamente a múltiples exigencias de servo aplicaciones.

## Datos Técnicos

tipo	Valor Stall		Valor Nominal		Valor Pico			Freno	Longitud
	Par	Corriente	Par	Velocidad	Par	Corriente	Velocidad*	Par	L
	M <sub>0</sub>	i <sub>0</sub>	M <sub>nom</sub>	n <sub>nom</sub>	M <sub>max</sub>	i <sub>max</sub>	n <sub>max</sub>	M <sub>nom</sub>	sin freno
	[Nm]	[Arms]	[Nm]	[rpm]	[Nm]	[Arms]	[rpm]	[Nm]	[mm]
FP-0023	0.24	1.40	0.23	3000	1.44	8.40	36 000	0.4	125.0
FP-0034	0.44	2.03	0.40	3000	2.64	12.2	30 000	0.4	140.5
FP-0055	0.54	2.15	0.46	3000	3.24	12.9	22 000	1.0	90.00
FP-0105	1.00	2.51	0.90	3000	6.00	15.0	15 000	1.0	110.0
FP-0207	2.00	3.04	1.85	3000	12.0	18.2	9 500	2.0	116.5
FP-0307	2.70	3.63	2.54	3000	16.2	21.8	8 500	4.5	137.5
FP-0409	4.20	3.57	4.15	3000	25.2	21.4	5 300	4.5	147.5
FP-0609	5.60	4.97	5.12	3000	33.6	29.8	5 500	9.0	165.5
FP-0711	6.50	6.70	6.10	3000	39.0	40.2	6 300	9.0	149.0
FP-0911	9.00	7.22	8.20	3000	54.0	43.3	5 000	9.0	173.0
FP-1111	11.0	8.14	9.10	3000	66.0	48.9	4 600	18	197.0
FP-1311	13.2	9.77	10.8	3000	79.2	58.6	4 600	18	221.0
FP-1714	18.3	10.7	15.5	1500	110	64.0	3 500	18	215.0
FP-3314	31.5	12.8	27.5	1500	189	76.8	2 500	36	317.0
FP-5019	54.5	19.1	46.0	1500	327	114	2 000	72	297.5
FP-8019	75.0	22.8	59.0	1500	450	137	2 000	72	348.5

\* válido para operar con servo drive usando fuente de alimentación 400VAC.

## Curvas de par



## Versión estándar

- Resolver feedback
- Eje con chaveta
- Protección IP-65
- Conectores rotativos
- Sensor térmico PTC
- Conforme RoHS
- Certificado CE

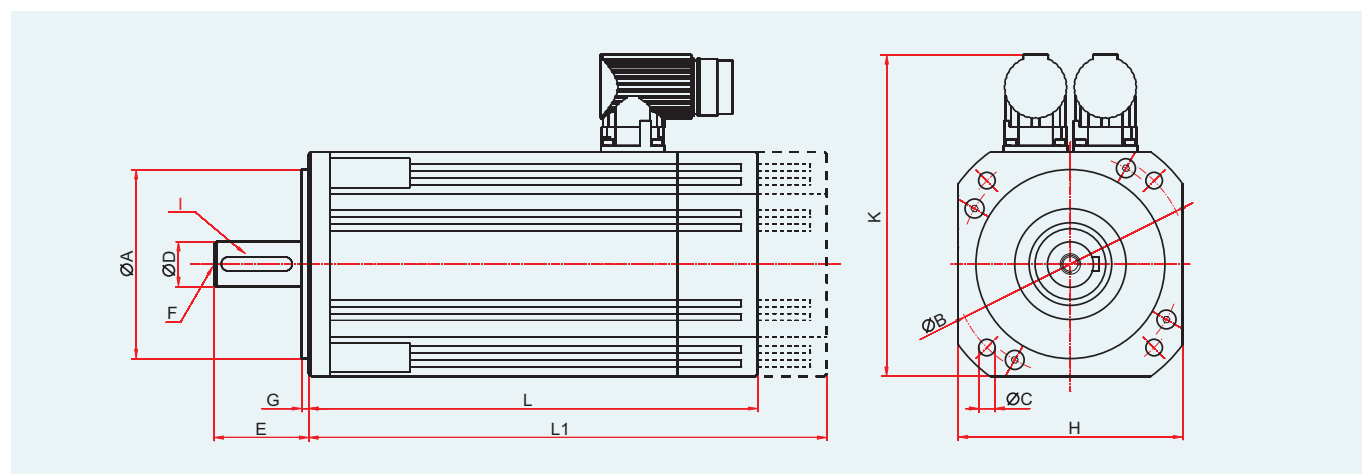
## Opciones

- Varios tipos de encoders: incremental, SinCos, Hiperface, EnDat
- Eje sin chaveta
- Protección IP-67
- Retén en el eje
- Conectores rectos
- Salida de cables directos
- Sensor térmico NTC

## Versiones personalizadas

- Ejes (Ej. Ejes con agujero pasante)
- Tapas, carcasas
- Bobinados
- Conexionados
- Ejecuciones conforme a las especificaciones del cliente

## Dimensiones mecánicas



Dimensiones para motores con resolver feedback

Dimensiones											sin freno	con freno
[mm]	ØA j6	ØB	ØC	ØD k6	E	G	H	I	F	K	L	L1
FP-0023	28	40	4.5	8 j5	25	2.5	38	—	—	48	125.0	160.0
FP-0034	32	45	4.5	8 j5	25	2.5	42	—	—	70	140.5	171.5
FP-0055	40	65	5.5	9	20	2.5	57	A3x3x12	M3x9	107	90.0	129.0
FP-0105	40	65	5.5	9	20	2.5	57	A3x3x12	M3x9	107	110.0	149.0
FP-0207	60	75	5.5	11	23	2.5	70	A4x4x14	M4x10	112	116.5	142.0
FP-0307	60	75	5.5	11	23	2.5	70	A4x4x14	M4x10	112	137.5	165.5
FP-0409	80	100	6.6	19	40	3	90	A6x6x30	M6x16	132	147.5	177.0
FP-0609	80	100	6.6	19	40	3	90	A6x6x30	M6x16	132	165.5	207.0
FP-0711	95	115	9	19	40	3	110	A6x6x30	M6x16	152	149.0	189.0
FP-0911	95	115	9	19	40	3	110	A6x6x30	M6x16	152	173.0	213.0
FP-1111	95	115	9	19	40	3	110	A6x6x30	M6x16	152	197.0	242.0
FP-1311	95	115	9	19	40	3	110	A6x6x30	M6x16	152	221.0	266.0
FP-1714	130	165	11	24	50	3.5	140	A8x7x32	M8x19	182	215.0	258.0
FP-3314	130	165	11	24	50	3.5	140	A8x7x32	M8x19	182	317.0	367.0
FP-5019	180	215	16	32	58	4	192	A10x8x50	M12x28	234	297.5	383.0
FP-8019	180	215	16	32	58	4	192	A10x8x50	M12x28	234	348.5	434.0

Longitud de ejecuciones con diferentes modelos de encoders

Tipo FP	0023	0034	0055	0105	0207	0307	0409	0609	0711	0911	1111	1311	1714	3314	5019	8019
L (sin freno)																
Incremental	—	—	112.5	126.5	116.5	137.5	147.5	165.5	162.0	186.0	210.0	234.0	223.0	325.0	310.5	361.5
Endat 2.1	—	—	123.0	143.0	159.0	180.0	185.5	203.5	185.5	209.5	233.5	257.5	266.0	368.0	317.5	368.5
Hiperface	—	—	123.0	143.0	142.0	163.0	158.0	176.0	172.5	196.5	220.5	244.5	258.0	360.0	317.5	368.5
SinCos	—	—	137.0	157.0	159.0	180.0	177.0	195.0	181.0	205.0	229.0	253.0	265.0	367.0	322.5	373.5
L1 (con freno)																
Incremental	—	—	145.0	165.0	162.0	189.0	192.0	215.0	197.0	221.0	258.0	282.0	296.5	398.5	363.0	414.0
Endat 2.1	—	—	167.0	187.0	190.0	217.0	215.0	245.0	220.5	244.5	281.5	305.5	322.5	424.5	368.0	419.0
Hiperface	—	—	159.0	179.0	173.0	200.0	202.5	225.5	205.5	229.5	268.5	292.5	304.0	406.0	368.0	419.0
SinCos	—	—	172.0	192.0	190.0	217.0	215.0	244.5	220.5	244.5	281.5	305.5	318.5	420.5	373.0	424.0

# SP+ 180 MC HIGH SPEED 2 etapas

				2 etapas									
Relación de transmisión <sup>a)</sup>		<i>i</i>		16	20	25	28	35	40	50	70	100	
Par de aceleración máx. (máx. 1000 ciclos por hora)		T <sub>2B</sub>	Nm	880	880	880	880	880	880	880	880	700	
Par nominal optimizado con cymex® (por favor, contáctenos para el dimensionado)		T <sub>2Ncym</sub>	Nm	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Par nominal en la salida (a n <sub>1N</sub> )		T <sub>2N</sub>	Nm	600	600	600	600	600	600	600	600	600	
Par de parada de emergencia (admis. 1000 veces durante la vida del reductor)		T <sub>2Not</sub>	Nm	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2750	2200	
Velocidad de entrada media admisible (a T <sub>2N</sub> y 20°C temperatura ambiente) <sup>b)</sup>		n <sub>1N</sub>	rpm	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	
Velocidad de entrada máx.		n <sub>1Max</sub>	rpm	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	
Par de pérdida por fricción medio (a n <sub>1</sub> =2000 rpm y 20°C temperatura del reductor) <sup>c)</sup>		T <sub>012</sub>	Nm	3,2	2,6	2,3	1,9	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	
Juego torsional máx.		j <sub>t</sub>	arcmin	Estándar ≤ 6 / Reducido ≤ 4									
Rigidez torsional		C <sub>t21</sub>	Nm/arcmin	175									
Fuerza axial máx. <sup>d)</sup>		F <sub>2AMax</sub>	N	14150									
Fuerza radial máx. <sup>d)</sup>		F <sub>2RMax</sub>	N	15400									
Momento de vuelco máx.		M <sub>2KMax</sub>	Nm	1600									
Rendimiento a plena carga		η	%	96,5									
Vida útil (véase el cálculo en el capítulo "Informaciones")		L <sub>h</sub>	h	> 30000									
Peso incl. placa adaptadora-estándar		m	kg	36,4									
Ruido de funcionamiento (a i=100 y n <sub>1</sub> =3000 rpm sin carga)		L <sub>PA</sub>	dB(A)	≤ 66									
Temp. máx. admisible de la carcasa			°C	+90									
Temperatura ambiente			°C	-15 a +40									
Lubricación				Lubricación de por vida									
Pintura				Azul RAL 5002									
Sentido de rotación				Mismo sentido de entrada y salida									
Clase de protección				IP 65									
Momento de inercia (referido a la entrada)	K	38	J <sub>1</sub>	kgcm <sup>2</sup>	13,5	12,0	11,7	10,6	10,4	9,74	9,68	9,63	9,60
Diámetro de orificio del cubo de fijación [mm]													

Son posibles momentos de inercia reducidos (por favor, consultar).

<sup>a)</sup> Opcionalmente son posibles otras relaciones (por favor, consultar)

<sup>b)</sup> A temperaturas ambiente mayores, reducir por favor las velocidades de giro

<sup>c)</sup> Válido para un diámetro del cubo de fijación de 38 mm

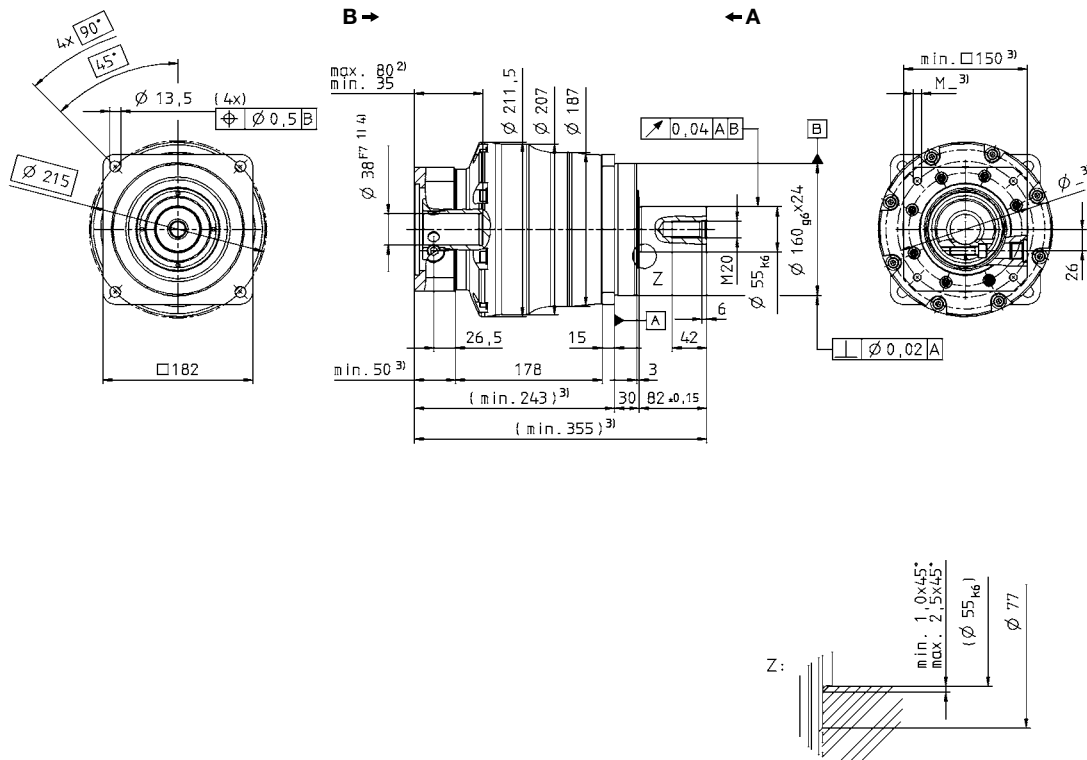
<sup>d)</sup> Referido al centro del eje o de la brida de salida

Vista A

Vista B

Diámetro eje motor [mm]

hasta 38 <sup>4)</sup> (K)  
Diámetro del  
cubo de fijación



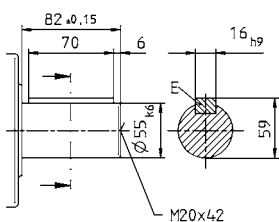
Reductores planetarios  
High End

SP+

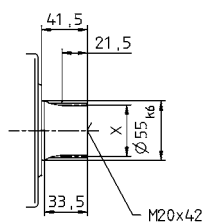
MC

## Alternativas: Variantes de eje de salida

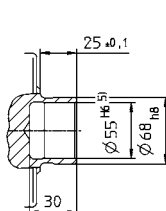
Eje de salida ranurado, en mm  
E = Chaveta según DIN 6885, Hoja 1, Forma A



Dentado evolvente DIN 5480, en mm Eje de inserción  
X = W 55 x 2 x 30 x 26 x 6m, DIN 5480



Conexión mediante disco de contracción



Cotas no toleradas ±1 mm

- 1) Comprobar ajuste eje motor.
- 2) Longitud eje motor mín./máx. admisible. Son posibles ejes motor más largos: Por favor, contáctenos.
- 3) Cotas en función del motor.
- 4) Pueden adaptarse diámetros de eje menores utilizando un casquillo distanciador con un grosor de pared mínimo de 1 mm.
- 5) Tolerancia h6 para el eje de carga.



Los datos CAD los encontrará en [www.wittenstein.es](http://www.wittenstein.es)






Montaje del motor conforme a las instrucciones de servicio



# ELC – Acoplamiento de elastómero

## Versión compacta con cubo de fijación

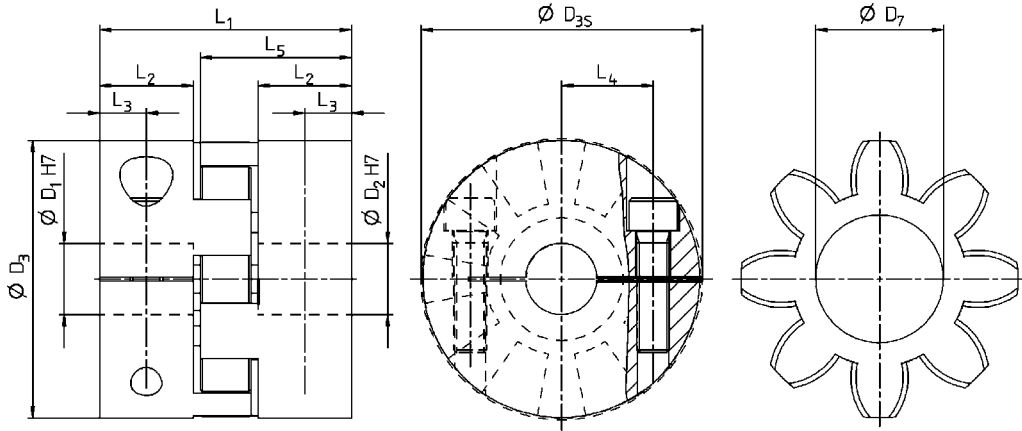
			Serie																										
Datos técnicos			2			5			10			20			60			150			300			450			800		
Variante estrella de elastómero (véase clave de pedido)			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Par nominal máx. estrella de elastómero <sup>a)</sup>	T <sub>NE</sub>	Nm	2	2,4	0,5	9	12	2	12,5	16	4	17	21	6	60	75	20	160	200	42	325	405	84	530	660	95	950	1100	240
Par de aceleración máx. estrella de elastómero (máx. 1000 ciclos por hora) <sup>a)</sup>	T <sub>BE</sub>	Nm	4	4,8	1,0	18	24	4	25	32	6	34	42	12	120	150	35	320	400	85	650	810	170	1060	1350	190	1900	2150	400
Régimen máx.	n <sub>Max</sub>	rpm	15000			15000			13000			12500			11000			10000			9000			8000			4000		
Desplazamiento axial 	Valores máx.	mm	±1			±1			±1			±2			±2			±2			±2			±2			±2		
Desplazamiento angular 	Valores máx.	°	1	0,8	1,2	1	0,8	1,2	1	0,8	1,2	1	0,8	1,2	1	0,8	1,2	1	0,8	1,2	1	0,8	1,2	1	0,8	1,2	1	0,8	1,2
Desplazamiento lateral 	Valores máx.	mm	0,08	0,06	0,2	0,08	0,06	0,2	0,1	0,08	0,22	0,1	0,08	0,25	0,12	0,1	0,25	0,15	0,12	0,3	0,18	0,14	0,35	0,2	0,18	0,35	0,25	0,2	0,4
Rigidez a la torsión estática (con 50% T <sub>BE</sub> )	C <sub>T</sub>	Nm/arcmin	0,02	0,03	0,01	0,04	0,10	0,02	0,08	0,17	0,03	0,33	0,73	0,15	0,96	2,8	0,41	1,4	3,1	0,33	3,6	5,2	0,37	4,4	7,9	1,2	12	19	3,0
Rigidez a la torsión dinámica (con T <sub>BE</sub> )	C <sub>Tdy</sub>	Nm/arcmin	0,03	0,07	0,01	0,09	0,2	0,03	0,16	0,48	0,07	0,74	1,3	0,25	2,3	3,5	0,39	3,9	8,5	1,0	6,9	12	1,8	16	24	3,4	24	52	8,3
Momento de inercia	J	kgcm <sup>2</sup>	0,01			0,04			0,06			0,20			0,80			1,60			6,00			13,2			160		
Material del cubo			Al			Al			Al			Al			Al			Al			Al			Al			Acero		
Material de elastómero			Polímero																										
Peso aprox.	m	kg	0,008			0,02			0,05			0,12			0,30			0,50			0,90			1,5			8,5		
Dimensiones																													
Longitud total	L <sub>1</sub>	mm	20			26			32			50			58			62			86			94			123		
Longitud de ajuste <sup>b)</sup>	L <sub>2</sub>	mm	6			8			10,3			17			20			21			31			34			46		
Distancia	L <sub>3</sub>	mm	3			4			5			8,5			10			11			15			17,5			23		
Distancia entre centros	L <sub>4</sub>	mm	5,5			8			10,5			15,5			21			24			29			38			50,5		
Longitud del cubo	L <sub>5</sub>	mm	12			16,7			20,7			31			36			39			52			57			74		
Diámetro de orificio de Ø a Ø H7	D <sub>1/2</sub>	mm	3 - 8			4 - 12,7			4 - 16			8 - 25			12 - 32			19 - 36			20 - 45			28 - 60			35 - 80		
Diámetro exterior	D <sub>3</sub>	mm	16			25			32			42			56			66,5			82			102			136,5		
Diámetro exterior con cabeza de tornillo	D <sub>3s</sub>	mm	17			25			32			44,5			57			68			85			105			139		
Diámetro interior máx. (estrella de elastómero)	D <sub>7</sub>	mm	6,2			10,2			14,2			19,2			26,2			29,2			36,2			46,2			60,5		

<sup>a)</sup> Par máx. en función además del diámetro de orificio mínimo seleccionado en el lado de entrada o salida (D<sub>1/2</sub>).  
Esto es valido solamente para acoplamientos ELC. Por favor, comprobar con la tabla "Par máximo transferible".  
<sup>b)</sup> Juego de ajuste para la unión eje/cubo 0,01-0,05 mm.

Par máximo transferible [Nm]

<div><div></div><div>D<sub>1/2</sub></div></div>	Ø 3	Ø 4	Ø 5	Ø 8	Ø 16	Ø 19	Ø 25	Ø 30	Ø 32	Ø 35	Ø 45	Ø 50	Ø 55	Ø 60	Ø 65	Ø 70	Ø 75	Ø 80
Serie																		
2	0,2	0,8	1,5	2,5														
5		1,5	2	8														
10			4	12	32													
20				20	35	45	60											
60					50	80	100	110	120									
150						120	160	180	200	220								
300						200	230	300	350	380	420							
450								420	480	510	600	660	750	850				
800										700	750	800	835	865	900	925	950	1000

Par máximo transferible según diámetro de orificio mínimo seleccionado (D<sub>1/2</sub>) y ELC Serie.  
En caso de valor intermedio, interpolar linealmente.  
Son posibles pares más elevados mediante chaveta adicional.



Ventajas para Ud.:

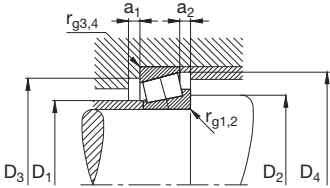
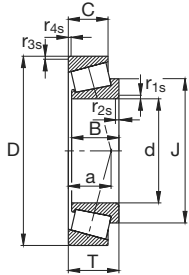
- Montaje radial muy sencillo (encajable).
- Características de amortiguación/rigidez a la torsión seleccionables (véanse opciones de elastómeros).
- Absolutamente libre de juego.
- Amortiguación de vibraciones e impulsos angulares.
- Ideal para la conexión de módulos lineales.
- Alta precisión de concentricidad y suavidad de funcionamiento.

Opcional:

- Orificios con chaveta/evolvente.
- Pieza intermedia de cardán (mayor desplazamiento lateral).
- Otros ajustes.

Rodamientos FAG de rodillos cónicos

Los rodamientos pueden alcanzar una duración de vida ilimitada, si  $C_0/P_0 \geq 8$ , ver Pág.41.



Eje	Dimensiones									Peso ≈ kg	Capacidad · Factor de carga					Velocidad límite	Velocidad de referencia	Denominación abreviada		Medidas auxiliares									
	d	D	B	C	T	r <sub>1s</sub> , r <sub>2s</sub> min	r <sub>3s</sub> , r <sub>4s</sub> min	a ≈	J ≈		C	e	Y	estát. C <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>			Roda- miento FAG	DIN ISO 355	D <sub>1</sub> max	D <sub>2</sub> min	D <sub>3</sub> min	D <sub>3</sub> max	D <sub>4</sub> min	a <sub>1</sub> min	a <sub>2</sub> min	r <sub>g1</sub> , r <sub>g2</sub> max	r <sub>g3</sub> , r <sub>g4</sub> max	
	mm										kN			kN		min <sup>-1</sup>		mm											
55	55	90	23	17,5	23	1,5	1,5	20	75,8	0,64	81,5	0,41	1,48	118	0,81	7000	4300	32011X	T3CC055	63	62	81	83	86	4	5,5	1,5	1,5	
	55	90	27	21	27	1,5	1,5	19	74,2	0,673	93	0,31	1,92	143	1,06	7000	4000	33011	T2CE055	63	62	81	83	86	5	6	1,5	1,5	
	55	95	30	23	30	1,5	1,5	22	76,2	0,894	114	0,37	1,6	163	0,88	6700	4000	33111	T3CE055	62	62	83	88	91	5	7	1,5	1,5	
	55	100	21	18	22,75	2	1,5	21	75,3	0,804	91,5	0,4	1,48	108	0,81	6700	4800	30211A	T3DB055	64	64	88	91	94	4	4,5	2	1,5	
	55	100	25	21	26,75	2	1,5	23	76,2	0,872	110	0,4	1,48	137	0,81	6700	4300	32211A	T3DC055	63	64	87	91	95	4	5,5	2	1,5	
	55	100	35	27	35	2	1,5	26	78,8	1,17	137	0,4	1,5	196	0,83	6700	4000	33211	T3DE055	62	64	85	91	96	6	8	2	1,5	
	55	115	31	23,5	34	3	3	40	89,3	1,8	129	0,87	0,69	166	0,38	5600	4800	T7FC055	T7FC055	65	72	86	101	109	5	10,5	3	3	
	55	120	29	25	31,5	2,5	2	25	84,7	1,8	153	0,35	1,74	176	0,96	6000	4500	30311A	T2FB055	71	65	104	110	111	4	6,5	2,5	2	
	55	120	29	21	31,5	2,5	2	39	88	1,57	125	0,83	0,73	140	0,4	5600	4500	31311A	T7FB055	68	65	94	110	113	4	10,5	2,5	2	
	55	120	43	35	45,5	2,5	2	30	85	2,33	212	0,35	1,74	270	0,96	6000	4300	32311A	T2FD055	68	65	99	110	111	5	10,5	2,5	2	
	55	120	43	35	45,5	2,5	2	36	89,6	2,47	196	0,55	1,1	270	0,6	5600	4300	32311B	T5FD055	65	65	91	110	112	5	10,5	2,5	2	
60	60	95	23	17,5	23	1,5	1,5	21	80	0,68	83	0,43	1,39	125	0,77	6700	4000	32012X	T4CC060	67	67	85	88	91	4	5,5	1,5	1,5	
	60	95	27	21	27	1,5	1,5	20	79	0,73	96,5	0,33	1,83	150	1,01	6700	3800	33012	T2CE060	67	67	85	88	90	5	6	1,5	1,5	
	60	100	30	23	30	1,5	1,5	23	81,3	1,01	116	0,4	1,51	173	0,83	6300	3800	33112	T3CE060	67	67	88	93	96	5	7	1,5	1,5	
	60	110	22	19	23,75	2	1,5	22	82,3	0,919	104	0,4	1,48	122	0,81	6300	4300	30212A	T3EB060	70	69	96	101	103	4	4,5	2	1,5	
	60	110	28	24	29,75	2	1,5	24	82,8	1,14	134	0,4	1,48	170	0,81	6000	4000	32212A	T3EC060	69	69	95	101	104	4	5,5	2	1,5	
	60	110	38	29	38	2	1,5	28	85,3	1,5	170	0,4	1,48	240	0,82	6000	3800	33212	T3EE060	69	69	93	101	105	6	9	2	1,5	
	60	115	39	33	40	2,5	2,5	28	86,1	1,85	190	0,33	1,8	255	0,99	6000	3800	T2EE060	T2EE060	70	73	98	103	108	7	7	2,5	2,5	
	60	125	33,5	26	37	3	3	42	96,3	2,05	153	0,82	0,73	200	0,4	5300	4500	T7FC060	T7FC060	71	78	94	111	119	6	11	3	3	
	60	130	31	26	33,5	3	2,5	26	92,1	2,05	176	0,35	1,74	204	0,96	5300	4300	30312A	T2FB060	77	72	112	118	120	5	7,5	3	2,5	
	60	130	31	22	33,5	3	2,5	41	95,4	2,17	146	0,83	0,73	170	0,4	5300	4300	31312A	T7FB060	73	72	103	118	123	5	11,5	3	2,5	
	60	130	46	37	48,5	3	2,5	32	92,1	3,19	245	0,35	1,74	310	0,96	5300	4000	32312A	T2FD060	74	72	107	118	120	6	11,5	3	2,5	
60	130	46	37	48,5	3	2,5	39	95	3,15	224	0,55	1,1	305	0,6	5300	4000	32312BA	T5FD060	71	72	100	118	122	6	11,5	3	2,5		
65	65	100	23	17,5	23	1,5	1,5	23	85,2	0,62	83	0,46	1,31	129	0,72	6300	3600	32013X	T4CC065	72	72	90	93	97	4	5,5	1,5	1,5	
	65	100	27	21	27	1,5	1,5	21	83,2	0,84	100	0,35	1,72	163	0,95	6300	3400	33013	T2CE065	72	72	89	93	96	5	6	1,5	1,5	
	65	110	34	26,5	34	1,5	1,5	26	89,6	1,31	150	0,39	1,55	228	0,85	6000	3400	33113	T3DE065	73	72	96	103	106	6	7,5	1,5	1,5	
	65	120	23	20	24,75	2	1,5	23	90	1,28	120	0,4	1,48	143	0,81	5600	4000	30213A	T3EB065	77	74	106	111	113	4	4,5	2	1,5	
	65	120	31	27	32,75	2	1,5	27	91	1,49	156	0,4	1,48	200	0,81	5600	3800	32213A	T3EC065	76	74	104	111	115	4	5,5	2	1,5	
	65	120	38	31	39	4	2,5	35	95,4	2,1	163	0,56	1,07	236	0,59	5300	3600	T5ED065	T5ED065	74	80	95	108	115	6	8	4	2,5	
	65	120	41	32	41	2	1,5	30	92,5	2,02	204	0,39	1,54	285	0,85	5600	3600	33213	T3EE065	74	74	102	111	115	6	9	2	1,5	
	65	140	33	28	36	3	2,5	28	100,5	2,4	196	0,35	1,74	228	0,96	5000	4000	30313A	T2GB065	83	77	122	128	130	5	8	3	2,5	
	65	140	33	23	36	3	2,5	44	102,6	2,63	163	0,83	0,73	190	0,4	5000	4000	31313A	T7GB065	79	77	111	128	132	5	13	3	2,5	
	65	140	48	39	51	3	2,5	34	99,6	3,49	270	0,35	1,74	345	0,96	5000	3800	32313A	T2GD065	80	77	117	128	130	6	12	3	2,5	
	65	140	48	39	51	3	2,5	42	104,3	3,7	250	0,55	1,1	345	0,6	5000	3800	32313BA	T5GD065	77	77	109	128	133	6	12	3	2,5	
70	70	110	25	19	25	1,5	1,5	24	92	0,967	106	0,43	1,38	163	0,76	5600	3400	32014X	T4CC070	78	77	98	103	105	5	6	1,5	1,5	
	70	110	31	25,5	31	1,5	1,5	22	91	1,14	137	0,28	2,11	224	1,16	5600	3200	33014	T2CE070	78	77	99	103	105	5	5,5	1,5	1,5	

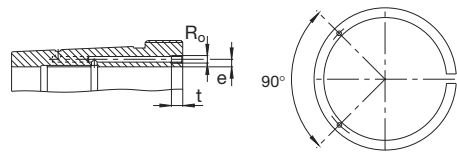
Dimensiones			Designación	ISO/DIN	Dimensiones			Designación	ISO/DIN
Eje	Agujero	Anchura del retén			Eje	Agujero	Anchura del retén		
d <sub>1</sub>	D	b			d <sub>1</sub>	D	b		
mm			—	—	mm			—	—
52	68	8	52x68x8*		65	80	8	65x80x8*	
	72	8	52x72x8*			85	10	65x85x10*	•
	72	10	52x72x10*			85	12	65x85x12*	
	80	10	52x80x10*			88	12	65x88x12*	
	85	10	52x85x10*			90	10	65x90x10*	•
55	68	8	55x68x8*		68	95	10	65x95x10*	
	70	8	55x70x8*	•		100	10	65x100x10*	
	70	10	55x70x10*			90	10	68x90x10*	
	72	8	55x72x8*	•		85	8	70x85x8*	
	72	10	55x72x10*			90	10	70x90x10*	•
	75	10	55x75x10*			90	12	70x90x12*	
	78	10	55x78x10*		70	92	12	70x92x12*	
	78	12	55x78x12*			95	10	70x95x10*	•
	80	8	55x80x8*	•		100	10	70x100x10*	
	80	10	55x80x10*			110	10	70x110x10*	
	85	8	55x85x8*			110	12	70x110x12*	
	85	10	55x85x10*			72	90	72x90x10*	
	90	10	55x90x10*			95	10	72x95x10*	
	100	12	55x100x12*			100	10	72x100x10*	
56	72	8	56x72x8*		75	90	10	75x90x10*	
57	67	7	57x67x7*			95	10	75x95x10*	•
58	72	8	58x72x8*			95	12	75x95x12*	
	80	8	58x80x8*			100	10	75x100x10*	•
	80	10	58x80x10*			100	12	75x100x12*	
60	80	12	58x80x12*			105	10	75x105x10*	
	72	8	60x72x8*			110	12	75x110x12*	
	75	8	60x75x8*	•		120	12	75x120x12*	
	80	8	60x80x8*	•	78	100	10	78x100x10*	
	80	10	60x80x10*			95	10	80x95x10*	
	82	12	60x82x12*			100	10	80x100x10*	•
	85	8	60x85x8*	•		100	12	80x100x12*	
	85	10	60x85x10*			105	10	80x105x10*	
	90	8	60x90x8*		80	110	10	80x110x10*	•
	90	10	60x90x10*			110	12	80x110x12*	
	95	10	60x95x10*			100	10	85x100x10*	
	110	8	60x110x8*			105	12	85x105x12*	
62	80	10	62x80x10*			110	12	85x110x12*	•
	85	10	62x85x10*		85	115	12	85x115x12*	
	90	10	62x90x10*			120	12	85x120x12*	•
63	85	10	63x85x10*			130	12	85x130x12*	
	90	10	63x90x10*						
64	80	8	64x80x8*						

Tabla de dimensiones

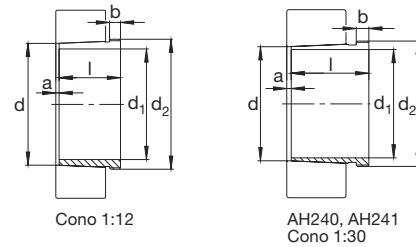
Referencia	Material	d1	d2	Código
OR	NBR72	110	3	<b>410.910</b>
OR	NBR90	110	3	<b>408.899</b>
OR SI	VMQ70	110	3	<b>653.048</b>
OR FEP+VI	FEPFPM	110	3,5	<b>692.301</b>
OR VI	FPM75	110	3,5	<b>435.603</b>
OR	NBR70	110	3,5	<b>363.766</b>
OR	NBR72	110	3,5	<b>410.928</b>
OR EP	EPDM70	110	4	<b>441.015</b>
OR FEP+VI	FEPFPM	110	4	<b>350.918</b>
OR FEP+SI	FEPVMQ	110	4	<b>410.188</b>
OR VI	FPM75	110	4	<b>309.047</b>
OR	NBR70	110	4	<b>362.428</b>
OR	NBR72	110	4	<b>410.936</b>
OR SI	VMQ70	110	4	<b>303.778</b>
OR EP	EPDM70-V	110	4,5	<b>499.699</b>
OR VI	FPM75	110	4,5	<b>364.355</b>
OR	NBR70	110	4,5	<b>380.740</b>
OR	NBR72	110	4,5	<b>410.969</b>
OR EP	EPDM70	110	5	<b>345.888</b>
OR EP	EPDM70-V	110	5	<b>499.681</b>
OR FEP+VI	FEPFPM	110	5	<b>695.866</b>
OR FEP+SI	FEPVMQ	110	5	<b>693.192</b>
OR VI	FPM75	110	5	<b>654.194</b>
OR VI	FPM80	110	5	<b>359.868</b>
OR	NBR70	110	5	<b>302.503</b>
OR	NBR72	110	5	<b>410.985</b>
OR SI	VMQ85	110	5	<b>384.841</b>
OR EP	EPDM70	110	5,5	<b>423.641</b>
OR AFLAS	AFLAS70	110	6	<b>400.303</b>
OR EP	EPDM70	110	6	<b>499.367</b>
OR FEP+VI	FEPFPM	110	6	<b>397.546</b>
OR FEP+SI	FEPVMQ	110	6	<b>386.330</b>
OR VI	FPM75	110	6	<b>305.400</b>
OR	NBR70	110	6	<b>360.620</b>
OR	NBR72	110	6	<b>411.017</b>
OR	NBR70	110	7	<b>522.798</b>
OR VI	FPM80	110	8	<b>380.620</b>
OR	NBR70	110	8	<b>601.247</b>
OR	NBR72	110	8	<b>411.033</b>
OR VI	FPM80	110	10	<b>470.223</b>
OR	NBR70	110	10	<b>375.510</b>
OR	NBR70	110	12	<b>688.424</b>
OR EP	EPDM70	110,49	5,33	<b>531.962</b>
OR EP	EPDM70-V	110,49	5,33	<b>499.673</b>
OR FEP+SI	FEPVMQ	110,49	5,33	<b>416.795</b>
OR SIMRIZ	FFPM70	110,49	5,33	<b>698.159</b>
OR VI	FPM75	110,49	5,33	<b>689.240</b>
OR VI	FPM83	110,49	5,33	<b>494.534</b>
OR	NBR70	110,49	5,33	<b>511.220</b>
OR	NBR90	110,49	5,33	<b>302.265</b>
OR TF	PTFE	110,49	5,33	<b>393.314</b>
OR EP FDA	EPDM70-A	110,72	3,53	<b>338.878</b>
OR EP	EPDM70-V	110,72	3,53	<b>499.665</b>
OR FEP+VI	FEPFPM	110,72	3,53	<b>376.443</b>
OR FEP+SI	FEPVMQ	110,72	3,53	<b>349.390</b>
OR SIMRIZ	FFPM70	110,72	3,53	<b>670.455</b>
OR FPM PF128	FFPM74	110,72	3,53	<b>373.278</b>
OR VI	FPM80	110,72	3,53	<b>305.643</b>
OR VI	FPM83	110,72	3,53	<b>509.075</b>
OR	NBR70	110,72	3,53	<b>364.076</b>
OR	NBR88	110,72	3,53	<b>470.195</b>
OR	NBR90	110,72	3,53	<b>302.385</b>
OR SI	VMQ70	110,72	3,53	<b>347.833</b>
OR VI	FPM75	110,74	1,78	<b>300.127</b>
OR	NBR70	110,74	1,78	<b>699.660</b>
OR	NBR70	111	2,5	<b>360.012</b>
OR	NBR70	111	3	<b>324.182</b>
OR	NBR70	111	4	<b>367.233</b>

Referencia	Material	d1	d2	Código
OR FEP+SI	FEPVMQ	111	5	<b>407.621</b>
OR EP FDA	EPDM70-A	111,13	5,33	<b>12.678</b>
OR EP	EPDM70-V	111,13	5,33	<b>499.657</b>
OR	NBR70	112	1,5	<b>478.504</b>
OR	NBR70	112	2	<b>614.822</b>
OR VI	FPM75	112	2,5	<b>350.318</b>
OR	NBR70	112	2,5	<b>410.251</b>
OR	NBR90	112	2,5	<b>423.470</b>
OR EP	EPDM70	112	3	<b>594.714</b>
OR FEP+VI	FEPFPM	112	3	<b>509.128</b>
OR VI	FPM75	112	3	<b>697.466</b>
OR	NBR70	112	3	<b>412.271</b>
OR	NBR88	112	3	<b>470.187</b>
OR	NBR90	112	3	<b>421.317</b>
OR SI	VMQ50	112	3	<b>403.667</b>
OR SI	VMQ70	112	3	<b>374.046</b>
OR VI	FPM80	112	3,5	<b>366.293</b>
OR	NBR70	112	3,5	<b>439.691</b>
OR FEP+SI	FEPVMQ	112	4	<b>380.981</b>
OR VI	FPM75	112	4	<b>652.719</b>
OR	NBR70	112	4	<b>691.816</b>
OR	NBR72	112	4	<b>411.066</b>
OR VI	FPM80	112	5	<b>574.420</b>
OR	NBR70	112	5	<b>699.736</b>
OR	NBR70	112	5,3	<b>429.895</b>
OR FEP+SI HUECA	FEPVMQ	112	6	<b>374.807</b>
OR	NBR70	112	6	<b>417.011</b>
OR	NBR70	112	7	<b>427.417</b>
OR TF	PTFE	112	7	<b>958.827</b>
OR VI	FPM75	112	8	<b>959.429</b>
OR	NBR72	112	8	<b>411.074</b>
OR	NBR70	113	3	<b>338.022</b>
OR	NBR70	113	3,5	<b>588.607</b>
OR	NBR70	113	4	<b>694.349</b>
OR	NBR70	113	5	<b>505.047</b>
OR	NBR72	113	5,3	<b>411.082</b>
OR VI	FPM70-V	113,66	5,33	<b>324.559</b>
OR VI	FPM75	113,66	5,33	<b>437.911</b>
OR VI	FPM83	113,66	5,33	<b>494.799</b>
OR	NBR70	113,66	5,33	<b>511.246</b>
OR	NBR90	113,66	5,33	<b>440.995</b>
OR EP	EPDM70	113,66	6,99	<b>371.341</b>
OR VI	FPM75	113,66	6,99	<b>431.323</b>
OR VI	FPM80	113,66	6,99	<b>377.934</b>
OR VI	FPM83	113,66	6,99	<b>495.325</b>
OR	NBR70	113,66	6,99	<b>511.253</b>
OR EP	EPDM70	113,67	5,33	<b>300.178</b>
OR EP FDA	EPDM70-A	113,67	5,33	<b>338.879</b>
OR FEP+VI	FEPFPM	113,67	5,33	<b>401.423</b>
OR SI	VMQ70	113,67	5,33	<b>400.635</b>
OR	NBR90	113,67	6,99	<b>802.637</b>
OR EP	EPDM70	113,89	3,53	<b>376.057</b>
OR EP FDA	EPDM70-A	113,89	3,53	<b>396.689</b>
OR EP	EPDM70-V	113,89	3,53	<b>499.640</b>
OR FEP+SI	FEPVMQ	113,89	3,53	<b>335.566</b>
OR VI	FPM75	113,89	3,53	<b>509.083</b>
OR VI	FPM83	113,89	3,53	<b>428.450</b>
OR	NBR70	113,89	3,53	<b>511.261</b>
OR	NBR90	113,89	3,53	<b>422.735</b>
OR SI	VMQ70	113,89	3,53	<b>429.306</b>
OR FEP+VI	FEPFPM	113,97	2,62	<b>430.377</b>
OR VI	FPM75	113,97	2,62	<b>362.830</b>
OR	NBR70	113,97	2,62	<b>511.279</b>
OR	NBR90	113,97	2,62	<b>361.588</b>
OR SI	VMQ70	113,97	2,62	<b>607.547</b>
OR EP	EPDM70	114	3	<b>483.744</b>
OR VI	FPM75	114	3	<b>375.715</b>

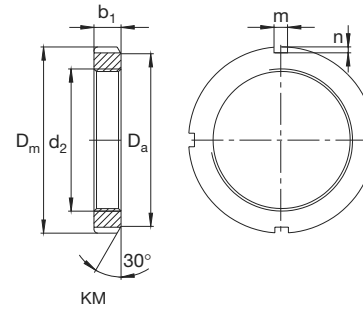
## Manguitos de desmontaje FAG



Manguito de desmontaje hidráulico  
(sufijo H)

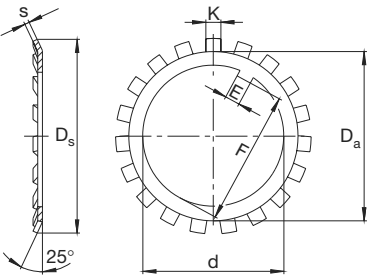
[illegible]

## Tuercas ranuradas FAG



Rosca	Dimensiones					Peso	Denominación abreviada	
d <sub>2</sub>	D <sub>m</sub>	b <sub>1</sub>	D <sub>a</sub>	m	n	Tuerca	Tuerca	Elemento de seguridad apropiado
	mm					kg	FAG	FAG
M10x0,75	18	4	13,5	3	2	0,005	KM0	MB0
M12x1	22	4	17	3	2	0,005	KM1	MB1, MB1A
M15x1	25	5	21	4	2	0,01	KM2	MB2, MB2A
M17x1	28	5	24	4	2	0,015	KM3	MB3, MB3A
M20x1	32	6	26	4	2	0,02	KM4	MB4, MB4A
M25x1,5	38	7	32	5	2	0,03	KM5	MB5, MB5A
M30x1,5	45	7	38	5	2	0,04	KM6	MB6, MB6A
M35x1,5	52	8	44	5	2	0,065	KM7	MB7, MB7A
M40x1,5	58	9	50	6	2,5	0,085	KM8	MB8, MB8A
M45x1,5	65	10	56	6	2,5	0,12	KM9	MB9, MB9A
M50x1,5	70	11	61	6	2,5	0,15	KM10	MB10, MB10A
M55x2	75	11	67	7	3	0,16	KM11	MB11, MB11A
M60x2	80	11	73	7	3	0,175	KM12	MB12, MB12A
M65x2	85	12	79	7	3	0,22	KM13	MB13, MB13A
M70x2	92	12	85	8	3,5	0,255	KM14	MB14, MB14A
M75x2	98	13	90	8	3,5	0,3	KM15	MB15, MB15A
M80x2	105	15	95	8	3,5	0,4	KM16	MB16, MB16A
M85x2	110	16	102	8	3,5	0,46	KM17	MB17, MB17A
M90x2	120	16	108	10	4	0,575	KM18	MB18, MB18A

Chapas de seguridad FAG



Denominación abreviada Chapa de seguridad	Dimensiones							Peso
	d	D <sub>s</sub> ≈	D <sub>a</sub>	s <sup>1)</sup>	E <sup>2)</sup>	F	K	100 piezas kg
FAG	mm							
MB0	10	21	13,5	1	3	8,5	3	0,13
MB1	12	25	17	1	3	10,5	3	0,192
MB1A	12	25	17	1,2	3	10,5	3	0,23
MB2	15	28	21	1	4	13,5	4	0,253
MB2A	15	28	21	1,2	4	13,5	4	0,31
MB3	17	32	24	1	4	15,5	4	0,313
MB3A	17	32	24	1,2	4	15,5	4	0,38
MB4	20	36	26	1	4	18,5	4	0,35
MB4A	20	36	26	1,2	4	18,5	4	0,4
MB5	25	42	32	1,25	5	23	5	0,64
MB5A	25	42	32	1,8	5	23	5	0,9
MB6	30	49	38	1,25	5	27,5	5	0,78
MB6A	30	49	38	1,8	5	27,5	5	1,1
MB7	35	57	44	1,04	6	32,5	5	1,04
MB7A	35	57	44	1,85	6	32,5	5	1,5
MB8	40	62	50	1,25	6	37,5	6	1,23
MB8A	40	62	50	1,8	6	37,5	6	1,8
MB9	45	69	56	1,25	6	42,5	6	1,52
MB9A	45	69	56	1,8	6	42,5	6	2,2
MB10	50	74	61	1,25	6	47,5	6	1,6
MB10A	50	74	61	1,8	6	47,5	6	2,3
MB11	55	81	67	1,5	8	52,5	7	1,96
MB11A	55	81	67	2,5	8	52,5	7	3,9
MB12	60	86	73	1,5	8	57,5	7	2,53
MB12A	60	86	73	2,5	8	57,5	7	4,2
MB13	65	92	79	1,5	8	62,5	7	2,9
MB13A	65	92	79	2,5	8	62,5	7	4,8

Chapas de seguridad FAG

Denominación abreviada Chapa de seguridad	Dimensiones							Peso
	d	D <sub>s</sub> ≈	D <sub>a</sub>	s <sup>1)</sup>	E <sup>2)</sup>	F	K	100 piezas kg
FAG	mm							
MB14	70	98	85	1,5	8	66,5	8	3,34
MB14A	70	98	85	2,5	8	66,5	8	5,6
MB15	75	104	90	1,5	8	71,5	8	3,56
MB15A	75	104	90	2,5	8	71,5	8	5,9
MB16	80	112	95	1,8	10	76,5	8	4,64
MB16A	80	112	95	2,5	10	76,5	8	6,6
MB17	85	119	102	1,8	10	81,5	8	5,24
MB17A	85	119	102	2,5	10	81,5	8	7,5
MB18	90	126	108	1,8	10	86,5	10	6,23
MB18A	90	126	108	2,5	10	86,5	10	8,9
MB19	95	133	113	1,8	10	91,5	10	6,7
MB19A	95	133	113	2,5	10	91,5	10	9,6
MB20	100	142	120	1,8	12	96,5	10	7,65
MB20A	100	142	120	2,5	12	96,5	10	10,9
MB21	105	145	126	1,75	12	100,5	12	8,26
MB22	110	154	133	1,75	12	105,5	12	9,4
MB23	115	159	137	2	12	110,5	12	10,8
MBL24	120	151	135	2	14	115	12	7,7
MB24	120	164	138	2	14	115	12	10,5
MB25	125	170	148	2	14	120	12	11,8
MBL26	130	161	145	2	14	125	12	8,7
MB26	130	175	149	2	14	125	12	11,3
MB27	135	185	160	2	14	130	14	14,4
MBL28	140	171	155	2	16	135	12	10,9
MB28	140	192	160	2	16	135	14	14,2

1) En las chapas de seguridad con el signo pospuesto A, el espesor de la chapa difiere del valor de la norma DIN 5406.  
2) La cota E puede tomarse como medida mínima del ancho de la ranura en los ejes.

# Perfiles U de alas paralelas

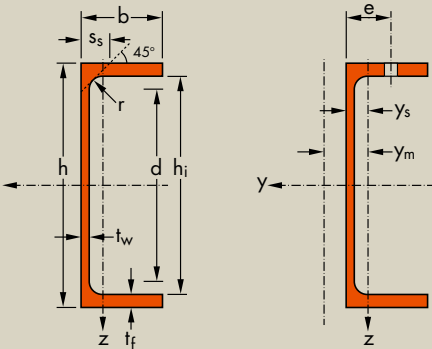
Dimensiones: DIN 1026-2: 2002-10  
Tolerancias: EN 10279: 2000  
Estado de la superficie: conforme a norma EN 10163-3: 2004, clase C, subclase 1

# Channels with parallel flanges

Dimensions: DIN 1026-2: 2002-10  
Tolerances: EN 10279: 2000  
Surface condition: according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

# Profili U ad ali parallele

Dimensioni: DIN 1026-2: 2002-10  
Tolleranze: EN 10279: 2000  
Condizioni di superficie: secondo EN 10163-3: 2004, classe C, sottoclasse 1



Denominación Designazione		Dimensiones Dimensions Dimensioni						Dimensiones de construcción Dimensions for detailing Dimensioni di dettaglio					Superficie Surface Superficie	
G kg/m	h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r mm	A mm <sup>2</sup> x10 <sup>2</sup>	h <sub>i</sub> mm	d mm	Ø	e <sub>min</sub> mm	e <sub>max</sub> mm	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	A <sub>G</sub> m <sup>2</sup> /t	
UPE 80*	7,90	80	50	4,0	7,0	10	10,1	66	46	-	-	-	0,343	43,45
UPE 100*	9,82	100	55	4,5	7,5	10	12,5	85	65	M 12	35	36	0,402	41,00
UPE 120*	12,1	120	60	5,0	8,0	12	15,4	104	80	M 12	35	41	0,460	37,98
UPE 140*	14,5	140	65	5,0	9,0	12	18,4	122	98	M 16	35	38	0,520	35,95
UPE 160*	17,0	160	70	5,5	9,5	12	21,7	141	117	M 16	36	43	0,579	34,01
UPE 180*	19,7	180	75	5,5	10,5	12	25,1	159	135	M 16	36	48	0,639	32,40
UPE 200*	22,8	200	80	6,0	11,0	13	29,0	178	152	M 20	46	47	0,697	30,60
UPE 220*	26,6	220	85	6,5	12,0	13	33,9	196	170	M 22	47	49	0,756	28,43
UPE 240*	30,2	240	90	7,0	12,5	15	38,5	215	185	M 24	47	51	0,813	26,89
UPE 270*	35,2	270	95	7,5	13,5	15	44,8	243	213	M 27	48	50	0,892	25,34
UPE 300*	44,4	300	100	9,5	15,0	15	56,6	270	240	M 27	50	55	0,968	21,78
UPE 330*	53,2	330	105	11,0	16,0	18	67,8	298	262	M 27	54	60	1,043	19,60
UPE 360*	61,2	360	110	12,0	17,0	18	77,9	326	290	M 27	55	65	1,121	18,32
UPE 400*	72,2	400	115	13,5	18,0	18	91,9	364	328	M 27	57	70	1,218	16,87

\* Tonelaje mínimo y condiciones de suministro previo acuerdo.  
\* Minimum tonnage and delivery conditions upon agreement.  
\* Tonnellaggio minimo e condizioni di fornitura da concordare.



Páginas de notaciones 205-209 / Notations pages 205-209 / Pagine di annotazioni 205-209

Denominación Designation Designazione	Propiedades del perfil / Section properties / Proprietà geometriche del profilo															Classification EN 1993-1-1: 2005				EN 10025-2: 2004	EN 10025-4: 2004	EN 10225:2001
	eje fuerte y-y strong axis y-y asse forte y-y					eje débil z-z weak axis z-z asse debole z-z										Pure bending y-y		Pure compression				
	G kg/m	I <sub>y</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	W <sub>ely</sub> mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	W <sub>ply</sub> ■ mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> mm x10	A <sub>vz</sub> mm <sup>2</sup> x10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	W <sub>elz</sub> mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	W <sub>plz'</sub> mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> mm x10	S <sub>s</sub> mm	I <sub>t</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> mm <sup>6</sup> x10 <sup>9</sup>	y <sub>s</sub> mm x10	y <sub>m</sub> mm x10	S235	S355	S235	S355			
UPE 80	7,90	107	26,8	31,2	3,26	4,05	25,5	8,0	14,3	1,59	16,9	1,47	0,22	1,82	3,71	1	1	1	1	✓		
UPE 100	9,82	207	41,4	48,0	4,07	5,34	38,3	10,6	19,3	1,75	17,9	2,01	0,53	1,91	3,93	1	1	1	1	✓		
UPE 120	12,1	364	60,6	70,3	4,86	7,18	55,5	13,8	25,3	1,90	20,0	2,90	1,12	1,98	4,12	1	1	1	1	✓		
UPE 140	14,5	600	85,6	98,8	5,71	8,25	78,8	18,2	33,2	2,07	21,0	4,05	2,20	2,17	4,54	1	1	1	1	✓		
UPE 160	17,0	911	114	132	6,48	10,0	107	22,6	41,5	2,22	22,0	5,20	3,96	2,27	4,76	1	1	1	1	✓		
UPE 180	19,7	1350	150	173	7,34	11,2	144	28,6	52,3	2,39	23,0	6,99	6,81	2,47	5,19	1	1	1	1	✓		
UPE 200	22,8	1910	191	220	8,11	13,5	187	34,5	63,3	2,54	24,6	8,89	11,0	2,56	5,41	1	1	1	1	✓		
UPE 220	26,6	2680	244	281	8,90	15,8	247	42,5	78,2	2,70	26,1	12,1	17,6	2,70	5,70	1	1	1	1	✓		
UPE 240	30,2	3600	300	347	9,67	18,8	311	50,1	92,2	2,84	28,3	15,1	26,4	2,79	5,91	1	1	1	1	✓		
UPE 270	35,2	5250	389	451	10,8	22,2	401	60,7	112	2,99	29,8	19,9	43,6	2,89	6,14	1	1	1	2	✓		
UPE 300	44,4	7820	522	613	11,8	30,3	538	75,6	137	3,08	33,3	31,5	72,7	2,89	6,03	1	1	1	1	✓		
UPE 330	53,2	11010	667	792	12,7	38,8	681	89,7	156	3,17	37,5	45,2	112	2,90	6,00	1	1	1	1	✓		
UPE 360	61,2	14830	824	982	13,8	45,6	844	105	178	3,29	39,5	58,5	166	2,97	6,12	1	1	1	1	✓		
UPE 400	72,2	20980	1050	1260	15,1	56,2	1045	123	191	3,37	42,0	79,1	259	2,98	6,06	1	1	1	1	✓		

- W<sub>ply</sub> se calcula según la hipótesis de un diagrama de tensiones birrectangular y sólo será aplicable cuando dos o más perfiles de sección en U estén combinados de tal manera que constituyan una sección doblemente simétrica, de tal modo que el momento de flexión que actúa en el plano del centro de gravedad no produzca torsión alguna.
- W<sub>ply</sub> is determined assuming a bi-rectangular stress block distribution. Thus, the given value applies only if two or more channels are combined in such a way to form a double symmetric cross-section so that the bending moment acting in the plane of the centre of gravity will not lead to torsion.
- W<sub>ply</sub> viene determinado presupponendo un diagramma delle sollecitazioni bi-rettangolare. Pertanto il valore dato vale unicamente se due o più sezioni a U vengono combinate in modo tale da formare una sezione doppiamente simmetrica cosicché il momento flettente che agisce nel piano del centro di gravità non produce torsione.

# Perfiles H de alas anchas

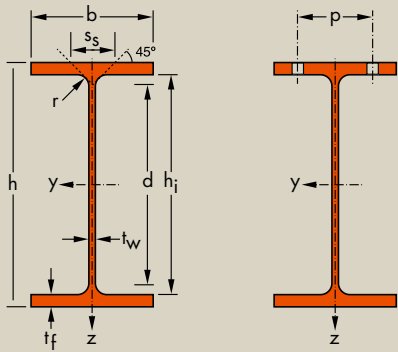
Dim.: HE A, HE B y HE M 100 - 1000 conforme a la norma anterior EU 53-62; HE 1000 con G<sub>HE</sub>>G<sub>HEM</sub> conforme a ASTM A 6/A 6M - 07  
HE C conforme a PN-H-93452: 2005; HE AA 100-1000 conforme a la norma AM  
Tolerancias: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M  
ASTM A 6/A 6M - 07 HE 1000 with G<sub>HE</sub>>G<sub>HEM</sub>  
Estado de la superficie: conforme a norma EN 10163-3: 2004, clase C, subclase 1

# European wide flange beams

Dim.: HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with former standard EU 53-62; HE 1000 with G<sub>HE</sub>>G<sub>HEM</sub> in accordance with ASTM A 6/A 6M - 07  
HE C in accordance with PN-H-93452: 2005; HE AA 100-1000 in accordance with AM standard  
Tolerances: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M  
ASTM A 6/A 6M - 07 HE 1000 with G<sub>HE</sub>>G<sub>HEM</sub>  
Surface condition: according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

# Profili H ad ali larghe

Dim.: HE A, HE B and HE M 100 - 1000 secondo il vecchio standard EU 53-62; HE 1000 con G<sub>HE</sub>>G<sub>HEM</sub> secondo ASTM A 6/A 6M - 07  
HE C secondo PN-H-93452: 2005; HE AA 100-1000 secondo lo standard AM  
Tolleranze: EN 10034: 1993 HE 100 - 900; HE 1000 AA-M  
ASTM A 6/A 6M - 07 HE 1000 con G<sub>HE</sub>>G<sub>HEM</sub>  
Condizioni di superficie: secondo EN 10163-3: 2004, classe C, sottoclasse 1



Denominación Designation Designazione		Dimensiones Dimensions Dimensioni						Dimensiones de construcción Dimensions for detailing Dimensioni di dettaglio					Superficie Surface Superficie	
G		h	b	t <sub>w</sub>	t <sub>f</sub>	r	A	h <sub>i</sub>	d	Ø	p <sub>min</sub>	p <sub>max</sub>	A <sub>L</sub>	A <sub>G</sub>
kg/m		mm	mm	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> x10 <sup>2</sup>	mm	mm		mm	mm	m <sup>2</sup> /m	m <sup>2</sup> /t
HE 100 AA *	12,2	91	100	4,2	5,5	12	15,6	80	56	M 10	54	58	0,553	45,17
HE 100 A	16,7	96	100	5	8	12	21,2	80	56	M 10	54	58	0,561	33,68
HE 100 B	20,4	100	100	6	10	12	26,0	80	56	M 10	56	58	0,567	27,76
HE 100 C*	30,9	110	103	9	15	12	39,3	80	56	M 10	59	61	0,593	19,23
HE 100 M	41,8	120	106	12	20	12	53,2	80	56	M 10	62	64	0,619	14,82
HE 120 AA *	14,6	109	120	4,2	5,5	12	18,6	98	74	M 12	58	68	0,669	45,94
HE 120 A	19,9	114	120	5	8	12	25,3	98	74	M 12	58	68	0,677	34,06
HE 120 B	26,7	120	120	6,5	11	12	34,0	98	74	M 12	60	68	0,686	25,71
HE 120 C*	39,2	130	123	9,5	16	12	49,9	98	74	M 12	63	72	0,712	18,19
HE 120 M	52,1	140	126	12,5	21	12	66,4	98	74	M 12	66	74	0,738	14,16
HE 140 AA *	18,1	128	140	4,3	6	12	23,0	116	92	M 16	64	76	0,787	43,53
HE 140 A	24,7	133	140	5,5	8,5	12	31,4	116	92	M 16	64	76	0,794	32,21
HE 140 B	33,7	140	140	7	12	12	43,0	116	92	M 16	66	76	0,805	23,88
HE 140 C*	48,2	150	143	10	17	12	61,5	116	92	M 16	69	79	0,831	17,22
HE 140 M	63,2	160	146	13	22	12	80,6	116	92	M 16	72	82	0,857	13,56
HE 160 AA *	23,8	148	160	4,5	7	15	30,4	134	104	M 20	76	84	0,901	37,81
HE 160 A	30,4	152	160	6	9	15	38,8	134	104	M 20	78	84	0,906	29,78
HE 160 B	42,6	160	160	8	13	15	54,3	134	104	M 20	80	84	0,918	21,56
HE 160 C*	59,2	170	163	11	18	15	75,4	134	104	M 20	84	88	0,944	15,95
HE 160 M	76,2	180	166	14	23	15	97,1	134	104	M 20	86	90	0,970	12,74
HE 180 AA *	28,7	167	180	5	7,5	15	36,5	152	122	M 24	84	92	1,018	35,51
HE 180 A	35,5	171	180	6	9,5	15	45,3	152	122	M 24	86	92	1,024	28,83
HE 180 B	51,2	180	180	8,5	14	15	65,3	152	122	M 24	88	92	1,037	20,25
HE 180 C*	69,8	190	183	11,5	19	15	89,0	152	122	M 27	92	96	1,063	15,22
HE 180 M	88,9	200	186	14,5	24	15	113,3	152	122	M 24	94	98	1,089	12,25
HE 200 AA *	34,6	186	200	5,5	8	18	44,1	170	134	M 27	96	100	1,130	32,62
HE 200 A	42,3	190	200	6,5	10	18	53,8	170	134	M 27	98	100	1,136	26,89
HE 200 B	61,3	200	200	9	15	18	78,1	170	134	M 27	100	100	1,151	18,78
HE 200 C*	81,9	210	203	12	20	18	104,4	170	134	M 27	104	104	1,177	14,36
HE 200 M	103	220	206	15	25	18	131,3	170	134	M 27	106	106	1,203	11,67

• Pedido mínimo: para calidad S235 JR véase condiciones de suministro en pág. 222; para cualquier otra calidad 40 t o según acuerdo.  
\* Tonelaje mínimo y condiciones de suministro previo acuerdo.

• Minimum order: for the S235 JR grade cf. delivery conditions page 222; for any other grade 40t or upon agreement.  
\* Minimum tonnage and delivery conditions upon agreement.

• Ordine minimo: Per la qualità S235 JR vedere le condizioni di fornitura a pagina 222; per qualunque altra qualità: 40t o da concordare.  
\* Tonnellaggio minimo e condizioni di fornitura da concordare.

Páginas de notaciones 205-209 / Notations pages 205-209 / Pagine di annotazioni 205-209

Denominación Designation Designazione		Propiedades del perfil / Section properties / Proprietà geometriche del profilo												Classification EN 1993-1-1: 2005						EN 10025-2: 2004	EN 10025-4: 2004	EN 10225:2001
		eje fuerte y-y strong axis y-y asse forte y-y						eje débil z-z weak axis z-z asse debole z-z				Pure bending y-y			Pure compression							
		G kg/m	I <sub>y</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	W <sub>ely</sub> mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	W <sub>ply</sub> ♦ mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> mm x10	A <sub>vz</sub> mm <sup>2</sup> x10 <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	W <sub>elz</sub> mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	W <sub>plz</sub> ♦ mm <sup>3</sup> x10 <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> mm x10	S <sub>s</sub> mm	I <sub>t</sub> mm <sup>4</sup> x10 <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> mm <sup>6</sup> x10 <sup>9</sup>	S235	S355	S460	S235	S355			
HE 100 AA	12,2	236,5	51,98	58,36	3,89	6,15	92,06	18,41	28,44	2,43	29,26	2,51	1,68	1	1	2	1	1	2	✓	✓	✓
HE 100 A	16,7	349,2	72,76	83,01	4,06	7,56	133,8	26,76	41,14	2,51	35,06	5,24	2,58	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 100 B	20,4	449,5	89,91	104,2	4,16	9,04	167,3	33,45	51,42	2,53	40,06	9,25	3,38	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 100 C	30,9	758,7	137,9	165,8	4,39	13,39	274,4	53,28	82,08	2,64	53,06	29,30	6,16	1	1	-	1	1	-	✓		
HE 100 M	41,8	1143	190,4	235,8	4,63	18,04	399,2	75,31	116,3	2,74	66,06	68,21	9,93	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 120 AA	14,6	413,4	75,85	84,12	4,72	6,90	158,8	26,47	40,62	2,93	29,26	2,78	4,24	1	3	3	1	3	3	✓	✓	✓
HE 120 A	19,9	606,2	106,3	119,5	4,89	8,46	230,9	38,48	58,85	3,02	35,06	5,99	6,47	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 120 B	26,7	864,4	144,1	165,2	5,04	10,96	317,5	52,92	80,97	3,06	42,56	13,84	9,41	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 120 C	39,2	1388	213,6	252,9	5,27	15,91	497,7	80,92	124,2	3,16	55,56	40,96	16,12	1	1	-	1	1	-	✓		
HE 120 M	52,1	2018	288,2	350,6	5,51	21,15	702,8	111,6	171,6	3,25	68,56	91,66	24,79	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 140 AA	18,1	719,5	112,4	123,8	5,59	7,92	274,8	39,26	59,93	3,45	30,36	3,54	10,21	2	3	3	2	3	3	✓	✓	✓
HE 140 A	24,7	1033	155,4	173,5	5,73	10,12	389,3	55,62	84,85	3,52	36,56	8,13	15,06	1	1	2	1	1	2	✓	✓	✓
HE 140 B	33,7	1509	215,6	245,4	5,93	13,08	549,7	78,52	119,8	3,58	45,06	20,06	22,48	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 140 C	48,2	2330	310,6	363,8	6,16	18,62	830,3	116,1	177,7	3,68	58,06	55,68	36,64	1	1	-	1	1	-	✓		
HE 140 M	63,2	3291	411,4	493,8	6,39	24,46	1144	156,8	240,5	3,77	71,06	120,0	54,33	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 160 AA	23,8	1283	173,4	190,4	6,50	10,38	478,7	59,84	91,36	3,97	36,07	6,33	23,75	1	3	3	1	3	3	✓	✓	✓
HE 160 A	30,4	1673	220,1	245,1	6,57	13,21	615,6	76,95	117,6	3,98	41,57	12,19	31,41	1	1	2	1	1	2	✓	✓	✓
HE 160 B	42,6	2492	311,5	354,0	6,78	17,59	889,2	111,2	170,0	4,05	51,57	31,24	47,94	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 160 C	59,2	3704	435,8	507,6	7,01	24,05	1302	159,8	244,9	4,16	64,57	79,21	75,04	1	1	-	1	1	-	✓		
HE 160 M	76,2	5098	566,5	674,6	7,25	30,81	1759	211,9	325,5	4,26	77,57	162,4	108,1	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 180 AA	28,7	1967	235,6	258,2	7,34	12,16	730,0	81,11	123,6	4,47	37,57	8,33	46,36	2	3	3	2	3	3	✓	✓	✓
HE 180 A	35,5	2510	293,6	324,9	7,45	14,47	924,6	102,7	156,5	4,52	42,57	14,80	60,21	1	2	3	1	2	3	✓	✓	✓
HE 180 B	51,2	3831	425,7	481,4	7,66	20,24	1363	151,4	231,0	4,57	54,07	42,16	93,75	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 180 C	69,8	5543	583,5	675,0	7,89	27,30	1944	212,5	324,9	4,68	67,07	102,1	141,9	1	1	-	1	1	-	✓		
HE 180 M	88,9	7483	748,3	883,4	8,13	34,65	2580	277,4	425,2	4,77	80,07	203,3	199,3	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 200 AA	34,6	2944	316,6	347,1	8,17	15,45	1068	106,8	163,2	4,92	42,59	12,69	84,49	2	3	3	2	3	3	✓	✓	✓
HE 200 A	42,3	3692	388,6	429,5	8,28	18,08	1336	133,6	203,8	4,98	47,59	20,98	108,0	1	2	3	1	2	3	✓	✓	✓
HE 200 B	61,3	5696	569,6	642,5	8,54	24,83	2003	200,3	305,8	5,07	60,09	59,28	171,1	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓
HE 200 C	81,9	8029	764,7	880,6	8,77	32,78	2794	275,3	421,0	5,17	73,09	135,1	251,7	1	1	-	1	1	-	✓		
HE 200 M	103	10640	967,4	1135	9,00	41,03	3651	354,5	543,2	5,27	86,09	259,4	346,3	1	1	1	1	1	1	✓	✓	✓

♦ W<sub>pl</sub>: para el diseño plástico la sección debe pertenecer a la clase 1 o 2 según la capacidad de rotación que se precise. Véase pág. 209.

♦ W<sub>pl</sub>: for plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 209.

♦ W<sub>pl</sub>: per il calcolo plastico, la sezione trasversale deve appartenere alla classe 1 o 2, conformemente alla capacità di rotazione richiesta. Vedere pagina 209.